



Seminar Nasional & International Conference

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon
vol. 1 | no. 1 | pp. 1-170 | Maret 2015
ISSN: 2407-8050

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

MASYARAKAT BIODIVERSITAS INDONESIA

Depok, 20 Desember 2014



Penyelenggara &
Pendukung



BIODIVERSITAS
Journal of Biological Diversity



PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 1 | no. 1 | pp. 1-170 | Maret 2015 | ISSN: 2407-8050 |

DEWAN PENYUNTING:

Ketua, **Ahmad Dwi Setyawan**, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Anggota, **Sugiyarto**, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Anggota, **Ari Pitoyo**, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Anggota, **Udhi Eko Hernawan**, UPT Loka Konservasi Biota Laut, Tual, Maluku
Anggota, **A. Widiastuti**, Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Depok

PENYUNTING TAMU (PENASEHAT):

Sutarno, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Bambang Hero Saharjo, Institut Pertanian Bogor, Bogor
Jatna Supriatna, Universitas Indonesia, Depok.
Ali Jamil, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi, Subang
Djufri, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

PENERBIT:

Masyarakat Biodiversitas Indonesia

PENERBIT PENDAMPING:

Program Biosains, Program Pasca Sarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta

PUBLIKASI PERDANA:

2015

ALAMAT:

Kantor Jurnal Biodiversitas, Jurusan Biologi, Gd. A, Lt. 1, FMIPA, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126. Tel. & Fax.: +62-271-663375, Email: biodiversitas@gmail.com

ONLINE:

biodiversitas.mipa.uns.ac.id/psnmibi.htm

PENYELENGGARA & PENDUKUNG:



MASYARAKAT
BIODIVERSITAS
INDONESIA

BIODIVERSITAS
Journal of Biological Diversity



JURUSAN BIOLOGI FMIPA &
PS. BIOSAINS PPS
UNS SURAKARTA



FAKULTAS KEHUTANAN
IPB BOGOR



PUSAT PENELITIAN
PERUBAHAN IKLIM
UI JAKARTA



BALAI BESAR PENELITIAN
TANAMAN PADI
SUKAMANDI



FKIP
UNSYIAH
BANDA ACEH

Pedoman untuk Penulis

Ruang Lingkup *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem NasMasy Biodiv Indon)* menerbitkan naskah bertemakan keanekaragaman hayati pada tumbuhan, hewan dan mikroba, pada tingkat gen, spesies dan ekosistem serta etnobiologi (pemanfaatan). Di samping itu juga menerbitkan naskah dalam ruang lingkup ilmu dan teknologi hayati lainnya, seperti: pertanian dan kehutanan, peternakan, perikanan, biokimia dan farmakologi, biomedis, ekologi dan ilmu lingkungan, genetika dan biologi evolusi, biologi kelautan dan perairan tawar, mikrobiologi, biologi molekuler, fisiologi dan botani.

Tipe naskah yang diterbitkan adalah hasil penelitian (research papers) dan ulasan (review).

PENULISAN MANUSKRIP

Seminar Nasional merupakan tahapan menuju publikasi akhir suatu naskah pada jurnal ilmiah, oleh karena itu naskah yang dipresentasikan harus ringkas mungkin, namun jelas dan informatif (semacam komunikasi pendek pada jurnal ilmiah). Naskah harus berisi hasil penelitian baru atau ide-ide baru lainnya. Dalam **Pros Sem NasMasy Biodiv Indon** ini panjang naskah dibatasi hanya 2000-2500 kata dari abstrak hingga kesimpulan.

Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris atau Bahasa Lokal Nusantara. Materi dalam Bahasa Inggris atau bahasa lokal telah dikoreksi oleh ahli bahasa atau penutur asli.

Naskah ditulis pada **template** yang telah disediakan di biodiversitas.mipa.uns.ac.id/M/template.doc.

Sebelum dikirimkan, mohon dipastikan bahwa naskah telah diperiksa ulang ejaan dan tata bahasanya oleh (para) penulis dan dimintakan pendapat dari para kolega. Struktur naskah telah mengikuti format Pedoman Penulisan, termasuk pembagian sub-judul. Format daftar pustaka telah sesuai dengan Pedoman Penulisan. Semua pustaka yang dikutip dalam teks telah disebutkan dalam daftar pustaka, dan sebaliknya. Gambar berwarna hanya digunakan jika informasi dalam naskah dapat hilang tanpa gambar tersebut. Grafik dan diagram digambar dengan warna hitam dan putih; digunakan arsiran (*shading*) sebagai pembeda.

Judul ditulis padat, jelas, informatif, dan tidak lebih dari 20 kata. *Authors* pada nama ilmiah tidak perlu disebutkan pada judul kecuali dapat membingungkan. Judu ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris (dan bahasa lokal, khusus untuk naskah berbahasa lokal).

Nama penulis bagian depan dan belakang tidak disingkat.

Nama dan alamat institusi harus ditulis lengkap dengan nama jalan dan nomor (atau yang setingkat), nama kota/kabupaten, kode pos, provinsi, nomor telepon dan faksimili (bila ada), dan alamat email penulis untuk korespondensi.

Abstrak harus singkat (200-300 kata). Abstrak harus informatif dan dijelaskan secara singkat tujuan penelitian, metode khusus (bila ada), hasil utama dan kesimpulan utama. Abstrak sering disajikan terpisah dari artikel, sehingga harus dapat berdiri sendiri (dicetak terpisah dari naskah lengkap). Pustaka tidak boleh dikutip dalam abstrak, tetapi jika penting, maka pengutipan merujuk pada *nama dan tahun*. Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Kata kunci maksimum lima kata, meliputi nama ilmiah dan lokal (jika ada), topik penelitian dan metode khusus; diurutkan dari A sampai Z; ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Singkatan (jika ada): Semua singkatan penting harus disebutkan kepanjangannya pada penyebutan pertama dan harus konsisten.

Judul sirahan: Sekitar lima kata.

Pendahuluan adalah sekitar 400-600 kata, meliputi tujuan penelitian dan memberikan latar belakang yang memadai, menghindari survei literatur terperinci atau ringkasan hasil. Tunjukkan tujuan penelitian di paragraf terakhir. Pustaka dalam naskah ditulis dalam sistem "nama dan tahun"; dan diatur dari yang **terlama ke terbaru**, lalu dari **A ke Z**. Dalam mengutip sebuah artikel yang ditulis oleh dua penulis, keduanya harus disebutkan, namun, untuk tiga dan lebih penulis, hanya nama akhir (keluarga) penulis pertama yang disebutkan, diikuti dengan et al. (tidak miring), misalnya: Saharjo dan Nurhayati (2006) atau (Boonkerd 2003a, b,

c; Sugiyarto 2004; El-Bana dan Nijs 2005; Balagadde et al 2008; Webb et al 2008). Kutipan bertingkat seperti yang ditunjukkan dengan kata *cit.* atau *dalam* harus dihindari.

Bahan dan Metode harus menekankan pada prosedur/cara kerja dan analisis data. Untuk studi lapangan, lebih baik jika lokasi penelitian disertakan. Keberadaan peralatan tertentu yang penting cukup disebutkan dalam cara kerja.

Hasil dan Pembahasan ditulis sebagai suatu rangkaian, namun, untuk naskah dengan pembahasan yang panjang dapat dibagi ke dalam beberapa sub judul. Hasil harus jelas dan ringkas menjawab pertanyaan mengapa dan bagaimana hasil terjadi, tidak sekedar mengungkapkan hasil dengan kata-kata. Pembahasan harus merujuk pada pustaka-pustaka yang penelitian terdahulu, tidak hanya opini penulis.

Kesimpulan. Pada bagian akhir pembahasan perlu ada kalimat penutup.

Ucapan Terima Kasih disajikan secara singkat; semua sumber dana penelitian perlu disebutkan, dan setiap potensi konflik kepentingan disebutkan. Penyebutan nama orang perlu nama lengkap.

Lampiran (jika ada) harus dimasukkan dalam Hasil dan Pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

Sebanyak 80% dari daftar pustaka harus berasal dari jurnal ilmiah yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir, kecuali untuk studi taksonomi. Pustaka dari blog, laman yang terus bertumbuh (e.g. Wikipedia), koran dan majalah populer, penerbit yang bertujuan sebagai petunjuk teknis harus dihindari. Gunakan pustaka dari lembaga penelitian atau universitas, serta laman yang kredibel (e.g. IUCN, FAO dll). Nama jurnal disingkat merujuk pada ISSN List of Title Word Abbreviations (www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php). The following examples are for guidance.

Jurnal:

Saharjo BH, Nurhayati AD. 2006. Domination and composition structure change at hemic peat natural regeneration following burning; a case study in Pelalawan, Riau Province. *Biodiversitas* 7: 154-158.

Penggunaan "et al." pada daftar penulis yang panjang juga dapat dilakukan, setelah nama penulis ketiga, e.g.:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al. 1999. Future of health insurance. *N Engl J Med* 965: 325-329

Article DOI:

Slifka MK, Whitton JL. 2000. Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. Doi:10.1007/s001090000086

Buku:

Rai MK, Carpinella C. 2006. Naturally occurring bioactive compounds. Elsevier, Amsterdam.

Bab dalam buku:

Webb CO, Cannon CH, Davies SJ. 2008. Ecological organization, biogeography, and the phylogenetic structure of rainforest tree communities. In: Carson W, Schnitzer S (eds). *Tropical Forest Community Ecology*. Wiley-Blackwell, New York.

Abstrak:

Assaeed AM. 2007. Seed production and dispersal of *Rhazya stricta*. The 50th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science, Swansea, UK, 23-27 July 2007.

Prosiding:

Alikodra HS. 2000. Biodiversity for development of local autonomous government. In: Setyawan AD, Sutarno (eds). *Toward Mount Lawu National Park; Proceeding of National Seminary and Workshop on Biodiversity Conservation to Protect and Save Germplasm in Java Island*. Sebelas Maret University, Surakarta, 17-20 July 2000.

Tesis, Disertasi:

Sugiyarto. 2004. Soil Macro-invertebrates Diversity and Inter-cropping Plants Productivity in Agroforestry System based on Sengon. [Dissertation]. Brawijaya University, Malang.

Dokumen Online:

Balagadde FK, Song H, Ozaki J, Collins CH, Barnet M, Arnold FH, Quake SR, You L. 2008. A synthetic *Escherichia coli* predator-prey ecosystem. *Mol Syst Biol* 4: 187. www.molecularsystemsbiology.com [21 April 2015]

UNCORRECTED PROOFS

Proof reading akan dikirimkan kepada penulis untuk korespondensi (corresponding author) dalam file berformat *.doc* atau *.docx* untuk pemeriksaan dan pembetulan kesalahan penulisan (typographical). Untuk mencegah terhambatnya publikasi, *proofs* harus dikembalikan dalam 7 hari.

PEMBERITAHUAN

Semua komunikasi mengenai naskah dilakukan melalui email: biodiversitas@gmail.com.

PEDOMAN ETIKA

Pros Sem NasMasy Biodiv Indon setuju untuk mengikuti standar etika yang ditetapkan oleh Komite Etika Publikasi (*Committee on Publication Ethics*, COPE) serta Komite Internasional para Penyunting Jurnal Medis (*International Committee of Medical Journal Editors*, ICMJE). Penulis (atau para penulis) harus taat dan memperhatikan hak penulisan, plagiarisme, duplikasi publikasi (pengulangan), manipulasi data, manipulasi kutipan, serta persetujuan etika dan Hak atas Kekayaan Intelektual.

Kepenulisan Penulis adalah orang yang berpartisipasi dalam penelitian dan cukup untuk mengambil tanggung jawab publik pada semua bagian dari konten publikasi. Ketika kepenulisan dikaitkan dengan suatu kelompok, maka semua penulis harus memberikan kontribusi yang memadai untuk hal-hal berikut: (i) konsepsi dan desain penelitian, akuisisi data, analisis dan interpretasi data; (ii) penyusunan naskah dan revisi; dan (iii) persetujuan akhir dari versi yang akan diterbitkan. Pengajuan suatu naskah berarti bahwa semua penulis telah membaca dan menyetujui versi final dari naskah yang diajukan, dan setuju dengan pengajuan naskah untuk publikasi ini. Semua penulis harus bertanggung jawab atas kualitas, akurasi, dan etika penelitian.

Plagiarisme Plagiarisme (penjiplakan) adalah praktek mengambil karya atau ide-ide orang lain dan mengakuinya sebagai milik sendiri tanpa mengikutsertakan orang-orang tersebut. Naskah yang diajukan harus merupakan karya asli penulis (atau para penulis).

Duplikasi publikasi Duplikasi publikasi adalah publikasi naskah yang tumpang tindih secara substansial dengan salah satu publikasi yang sudah diterbitkan, tanpa referensi yang dengan nyata-nyata merujuk pada publikasi sebelumnya. Kiriman naskah akan dipertimbangkan untuk publikasi hanya jika mereka diserahkan semata-mata untuk publikasi ini dan tidak tumpang tindih secara substansial dengan artikel yang telah diterbitkan. Setiap naskah yang memiliki hipotesis, karakteristik sampel, metodologi, hasil, dan kesimpulan yang sama (atau berdekatan) dengan naskah yang diterbitkan adalah artikel duplikat dan dilarang untuk dikirimkan, bahkan termasuk, jika naskah itu telah diterbitkan dalam bahasa yang berbeda. Mengiris data dari suatu "penelitian tunggal" untuk membuat beberapa naskah terpisah tanpa perbedaan substansial harus dihindari.

Manipulasi data Fabrikasi, manipulasi atau pemalsuan data merupakan pelanggaran etika dan dilarang.

Manipulasi pengacuan Hanya kutipan relevan yang dapat digunakan dalam naskah. Kutipan (pribadi) yang tidak relevan untuk meningkatkan kutipan penulis (h-index) atau kutipan yang tidak perlu untuk

meningkatkan jumlah referensi tidak diperbolehkan.

Persetujuan etika Percobaan yang dilaksanakan pada manusia dan hewan harus mendapat izin dari instansi resmi dan tidak melanggar hukum. Percobaan pada manusia atau hewan harus ditunjukkan dengan jelas pada "Bahan dan Metode", serta diperiksa dan disetujui oleh para profesional dari sisi aspek moral. Penelitian pada manusia harus sesuai dengan prinsip-prinsip Deklarasi Helsinki dan perlu mendapatkan pendampingan dari dokter dalam penelitian biomedis yang melibatkan subyek manusia. Rincian data dari subyek manusia hanya dapat dimasukkan jika sangat penting untuk tujuan ilmiah dan penulis (atau para penulis) mendapatkan izin tertulis dari yang bersangkutan, orang tua atau wali.

Hak Atas Kekayaan Intelektual (HaKI) Penulis (atau para penulis) harus taat kepada hukum dan/atau etika dalam memperlakukan objek penelitian, memperhatikan legalitas sumber material dan hak kekayaan intelektual.

Konflik kepentingan dan sumber pendanaan Penulis (atau para penulis) perlu menyebutkan semua sumber dukungan keuangan untuk penelitian dari institusi, swasta dan korporasi, dan mencatat setiap potensi konflik kepentingan.

PERSETUJUAN

Persetujuan penerbitan suatu naskah menyiratkan bahwa naskah tersebut telah diseminarkan (baik oral atau poster) dan direview oleh Dewan Redaksi atau pihak lain yang ditunjuk. Penulis umumnya akan diberitahu penerimaan, penolakan, atau kebutuhan untuk revisi dalam waktu 1-2 bulan setelah presentasi. Naskah ditolak, jika konten tidak sesuai dengan ruang lingkup publikasi, tidak memenuhi standar etika (yaitu kepenulisan palsu, plagiarisme, duplikasi publikasi, manipulasi data dan manipulasi kutipan), tidak memenuhi kualitas yang diperlukan, ditulis tidak sesuai dengan Format, memiliki tata bahasa yang rumit, atau mengabaikan korespondensi dalam tiga bulan. Kriteria utama untuk publikasi adalah kualitas ilmiah dan telah dipresentasikan. Makalah yang disetujui akan dipublikasikan dalam urutan kronologis. Publikasi ini diterbitkan pada bulan Maret, Juni, September dan Desember. Namun, publikasi online dilakukan segera setelah "*proof reading*" dikoreksi penulis.

HAK CIPTA

Pengiriman naskah menyiratkan bahwa karya yang dikirimkan belum pernah dipublikasikan sebelumnya (kecuali sebagai bagian dari tesis atau laporan, atau abstrak); bahwa tidak sedang dipertimbangkan untuk diterbitkan di tempat lain; bahwa publikasi telah disetujui oleh semua penulis pendamping (co-authors). Jika dan ketika naskah diterima untuk publikasi, penulis masih memegang hak cipta dan mempertahankan hak penerbitan tanpa pembatasan. Penulis atau orang lain diizinkan untuk memperbanyak artikel sepanjang tidak untuk tujuan komersial. Untuk penemuan baru, penulis disarankan untuk mengurus paten sebelum diterbitkan.

OPEN ACCESS

Publikasi ini berkomitmen untuk membebaskan terbuka akses (free-open access) yakni tidak mengenakan biaya kepada pembaca atau lembaga yang akses. Pengguna berhak untuk membaca, mengunduh, mendistribusikan, menyetak, mencari, atau membuat tautan ke naskah penuh, sepanjang tidak untuk tujuan komersial. Jenis lisensi adalah CC-BY-NC-SA.

PENOLAKAN

Tidak ada tanggung jawab yang dapat ditujukan kepada penerbit dan penerbit pendamping, atau editor untuk cedera dan/atau kerusakan pada orang atau properti sebagai akibat dari pernyataan yang secara aktual atau dugaan memfitnah, pelanggaran hak atas kekayaan intelektual dan hak pribadi, atau liabilitas produk, baik yang dihasilkan dari kelalaian atau sebaliknya, atau dari penggunaan atau pengoperasian setiap ide, instruksi, prosedur, produk atau metode yang terkandung dalam suatu naskah.

NOTIFICATION: *All communications are strongly recommended to be undertaken through email.*

Kata Pengantar

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon) Volume 1, Nomor 1, Maret 2015 dan Volume 1, Nomor 2, April 2015 menerbitkan naskah-naskah dari kegiatan *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Depok, 20 Desember 2014* yang bertemakan *Manajemen Biodiversitas bagi Kemandirian Bahan Pangan, Bahan Obat dan Bahan Baku Industri*. **Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon** Volume 1, Nomor 1, Maret 2015 diterbitkan lebih dahulu dan memuat naskah-naskah selesai lebih dahulu proses penilaiannya karena (para) penulis merespon dengan cepat saran revisi dari editor atau naskah tersebut sudah dipersiapkan dengan baik sehingga tidak memerlukan banyak koreksi.

Naskah-naskah yang diterbitkan dalam prosiding ini telah melalui beberapa tahapan proses seleksi, dimulai dari seleksi awal terhadap abstrak-abstrak yang akan dipresentasikan pada seminar nasional; dilanjutkan dengan proses review melalui tanya jawab oleh sesama peserta pada saat kegiatan seminar. Selanjutnya, naskah-naskah ini dinilai dan dikoreksi oleh penyunting, penyunting tamu, serta penyunting khusus untuk bahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Setiap proses koreksi berimplikasi pada kewajiban revisi, sehingga naskah-naskah yang diterbitkan dalam prosiding ini telah melalui beberapa kali proses revisi oleh penulis atau para penulis. Sebelum dicetak naskah-naskah pra-cetak (*uncorrected proof*) juga telah dikirimkan kepada para penulis untuk mendapatkan koreksi akhir dan dibaca oleh korektor (*proofreader*) untuk pembetulan kesalahan cetak dan penyesuaian dengan gaya

selingkung prosiding ini.

Sementara itu, naskah yang secara kualitas berpotensi untuk diterbitkan namun karena alasan tertentu penulis belum dapat memenuhi saran revisi dari para penyunting, maka akan diterbitkan pada prosiding volume berikutnya. Sedangkan, naskah yang tidak lolos dari proses di atas, maka tidak akan diterbitkan.

Atas terlaksananya kegiatan seminar nasional dan terbitnya prosiding ini, diucapkan terimakasih kepada para pemakalah utama, pemakalah, peserta, panitia dan para pihak lainnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada berbagai instansi yang telah mendukung kegiatan ini dengan hadirnya para pemakalah utama dari lingkungannya, yaitu: Universitas Sebelas Maret Surakarta, Institut Pertanian Bogor, Universitas Indonesia Depok, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi, Subang, dan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Tiada gading yang tidak retak, publikasi ini juga mengalami perbaikan (revisi). Edisi awal publikasi ini belum memuat beberapa kelengkapan yang diperlukan oleh sebagian peserta, seperti Kata Pengantar, Rumusan Hasil Seminar dan Daftar Partisipan. Namun, dalam edisi revisi ini hal-hal tersebut telah dilengkapi.

Surakarta, 30 April 2015

Ketua Dewan Editor

Rumusan

Kekayaan biodiversitas Indonesia adalah hal yang tidak terbantahkan. Posisi geografi, sejarah geomorfologi dan luasan Indonesia menyebabkan terbentuknya habitat-habitat yang sangat beragam dan dapat ditinggali beragam jenis makhluk hidup. Tidak hanya di daratan, keragaman hayati juga terbentuk di lautan. Daratan Indonesia terbagi menjadi Nusantara bagian barat (Sunda) yang jenis-jenis hidupnya serupa dengan Dataran Asia, Nusantara bagian timur (Sahul) yang hidupnya serupa dengan Dataran Australia, serta daerah peralihan antara keduanya (ekoton), Wallacea. Ketiga kawasan tersebut dikenal memiliki jenis hidupan yang berbeda. Di samping itu, lautan Indonesia dikenal sebagai bagian utama dari segitiga koral dunia, dimana jenis-jenis hidupan yang sangat beragam tumbuh di dalamnya.

Hidupan yang sangat beragam tersebut memberikan jasa ekosistem yang sangat beragam pula. Sejumlah bahan pangan, bahan obat dan bahan baku industri telah diproduksi dari hidupan tersebut. Sejumlah besar potensi telah diketahui dan kini menunggu untuk diproduksi secara massal; sementara itu sejumlah potensi lainnya masih tersimpan di alam menunggu untuk ditemukan.

Sayangnya degradasi alam lingkungan di Indonesia adalah salah satu yang tercepat di dunia; sehingga sejumlah besar potensi dikuatirkan tidak pernah terungkap hingga kepunahannya. Di daratan, penebangan hutan secara liar yang kini dilanjutnya dengan konversi baik hutan yang masih alamiah atau lahan-lahan bera akibat penebangan liar menjadi perkebunan monokultur kelapa sawit, merupakan ancaman utama kelestarian keaneka-ragaman hayati. Sementara itu, di lautan penangkapan biota laut secara

ilegal, tidak dilaporkan dan tidak dicatat merupakan ancaman terbesar keanekaragaman hayati. Hal ini merupakan tantangan utama pelestarian keaneka-ragaman hayati di Indonesia.

Dalam seminar nasional ini diungkapkan berbagai potensi alam Indonesia, baik sebagai bahan pangan, bahan obat, bahan baku industri atau untuk keperluan lainnya, serta upaya pelestariannya. Misalnya, berbagai sumber bahan pangan yang berpotensi sebagai pangan alternatif pengganti beras; pengembangan berbagai jenis tumbuhan sumber pangan potensial lain; pemanfaatan tanaman obat dan tanaman lain secara tradisional yang memungkinkan untuk dikembangkan dalam dunia industri; potensi berbagai biota laut untuk bahan pangan, obat dan bahan baku industri; pengembangan berbagai jenis mikroba untuk bahan obat dan bahan baku industri; pengembangan berbagai jenis tanaman pertanian untuk menjaga ketahanan pangan; pengembangan berbagai jenis varietas unggul, pemanfaatan berbagai hidupan liar untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman, dan lain-lain. Di samping itu diungkapkan pula upaya-upaya konservasi alam baik secara in situ maupun ex situ.

Dari hasil seminar nasional ini secara ringkas dapat dirumuskan bahwa kekayaan biodiversitas Indonesia adalah sangat luar biasa, dan sangat berpotensi untuk menjamin kedaulatan bangsa dalam hal bahan pangan, bahan obat dan bahan baku industri. Namun, pengelolaan alam lingkungan di Indonesia, khususnya penegakan hukum/peraturan, harus dilakukan dengan benar untuk menjaga terjaminnya kelestarian keanekaragaman hayati tersebut.

Daftar Partisipan

No.	Nama	Institusi
1.	Abubakar Sidik Katili, M.Sc.	Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jendral Sudirman 06 Kota Gorontalo, Gorontalo, Indonesia. Tel./Fax. +62-435-821752
2.	Ade Nena Nurhasanah, M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
3.	Adisti Permatasari	Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8626806/+62-251-8626886
4.	Aditia Dwi Cahyo	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
5.	Adriani	Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251-8626213, Fax. +62-251-8626213
6.	Afdola Riski Nasution	Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251-8626213, Fax. +62-251-8626213
7.	Ahmad Dwi Setyawan, M.Si.	Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62-271-663375
8.	Aida Wulansari, S.Si., M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
9.	Aisyah Maimunah	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
10.	Alfin Widiastuti, S.P., M.Si.	Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura (Balai Besar PPMBTPH). Jl. Raya Tapos Kotak Pos 20, Cimanggis, Depok, Jawa Barat. Tel. +62-21-8755 046
11.	Ali Jamil, Dr. M.P.	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157. Fax. +62-260-520158
12.	Andria Oktarina	Jurusan Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Jawa Barat. Tel.: +62-22-2511575, 2500258, Fax.: +62-22-253 4107
13.	Andy Chandra, S.T., M.M.	Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141, Jawa Barat, Indonesia, Tel./Fax.: +62-22-2032700.
14.	Anggiani Nasution, Dra.	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157. Fax. +62-260-520158
15.	Anggira Ramadhana	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
16.	Anita Dyah Kurniasari	Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara Yogyakarta 55281 Indonesia
17.	Anky Zannati, S.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588

-
18. **Ari Sulisty Wulandari, M.Agr.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
 19. **Aris Hairmansis, M.Si.** Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157. Fax. +62-260-520158
 20. **Arwan Sugiharto, Drs. M.Si.** Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
 21. **Ayi Rustiadi** Balai Besar Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jl. Raya Cibodas PO. Box 3 Sdl. Cianjur, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-262-512776
 22. **Bambang Hero Saharjo, Prof. Dr. Ir. M.Agr.** Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8626806/+62-251-8626886
 23. **Buang Abdullah, Ph.D.** Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Kebun Percobaan Muara-Bogor. Jl. Raya Ciapus No 25 A Bogor, Jawa Barat
 24. **Burhansyah** Kelompok Studi Kepak Sayap, Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Gedung C Fakultas MIPA, Jl. Ir. Sutami No 36A Ketingan Jebres, Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62-271-663375
 25. **Carla Frieda Pantouw, S.Si.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
 26. **Caroline Anggasta** Laboratorium Biokimia dan Teknologi Enzim, Fakultas Teknobiologi, Unika Atma Jaya, Jl. Jenderal Sudirman, Jakarta 12930, Indonesia. Tel.: +62 21 5703306 ext 722; Fax: +62 21 5719060
 27. **Danang Wahyu Purnomo, M.Sc.** Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16003, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8322187
 28. **Debora** Laboratorium Biokimia dan Teknologi Enzim, Fakultas Teknobiologi, Unika Atma Jaya, Jl. Jenderal Sudirman, Jakarta 12930, Indonesia. Tel.: +62 21 5703306 ext 722; Fax: +62 21 5719060
 29. **Desti Nur Aliyah** Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251-8626213, Fax. +62-251-8626213
 30. **Dewi Elfidasari, Dr.** Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
 31. **Dewi Nur Pratiwi, S.Si.** Nusantara Institute of Biodiversity. Jl. Dieng KM 01, Kejiwan, Wonosobo, Jawa Tengah
 32. **Dewi Wahyuni K. Baderan, Dr. M.Si.** Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jendral Sudirman 06 Kota Gorontalo, Gorontalo, Indonesia. Tel./Fax. +62-435-821752
 33. **Dhyani Nastiti Purwantiningdyah, S.P., M.P.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857
 34. **Dita Kanti Maharani** Kelompok Studi Kelautan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara Yogyakarta 55281, Indonesia
 35. **Djufri, Dr. M.Si.** Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Aceh, Indonesia
 36. **Hamda Fauza, Dr.** Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702, Email: hamdafauza@yahoo.com
 37. **Inge Larashati, Dra. M.Si.** Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
 38. **drh. Aminah, M.Si.** Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten, Jurusan Analis Kesehatan. Jl. dr. Sitanala Komplek SPK, Neglasari, Kota Tangerang, Banten
-

39.	Dwi Astuti, M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
40.	Dwi Widyajayantie, S.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
41.	Eduardtanto Surjadi	Laboratorium Biokimia dan Teknologi Enzim, Fakultas Teknobiologi, Unika Atma Jaya, Jl. Jenderal Sudirman, Jakarta 12930, Indonesia. Tel.: +62 21 5703306 ext 722; Fax: +62 21 5719060
42.	Ekayanti M. Kaiin, Dr.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
43.	Eko Binnaryo Mei Adi, M.P.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
44.	Endah Permata Sari	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
45.	Endang Christine Purba	Program Biologi Konservasi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok 16424, Jawa Barat
46.	Evi Triana, S.Si., M.Kes.	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
47.	Exwan Andriyan Verrysaputro	Universitas Negeri Yogyakarta, Depok, Sleman, Yogyakarta.
48.	Farida Ariani	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
49.	Faruk Rokhman Ardi Putra	Kelompok Studi Kelautan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara Yogyakarta 55281, Indonesia
50.	Fathul Zannah, M.Pd.	Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. Jl. RTA Milono Km 1,5, Kota Palangkaraya 73111, Kalimantan Tengah
51.	Fatihah Dinul Qoyyimah	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
52.	Fatimah Zahra	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
53.	Fibria Kaswinarni, S.Si., M.Si.	Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Semarang. Jl. Dr. Cipto, Sidodadi Timur No. 24 Semarang 50125, Jawa Tengah. Tel. +62-24-8316377 Faks. +62-24-8448217
54.	Fifi Afiati, S.Pt., M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
55.	Gina Kartina	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
56.	Gravinda Widiaswara	Kelompok Studi Kelautan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara Yogyakarta 55281, Indonesia
57.	Gunawan Priadi, M.Sc.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
58.	Gusmailina, Dra., M.Si.	Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (Pustekolah), Badan Litbang Kehutanan. Jl. Gunung Batu No. 5. PO Box 165 Bogor 16001, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8633378; 8633413.

-
59. **Hadiwiyono, Prof. Dr.** Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS). Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan Surakarta 57126, Jawa Tengah. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Telp/Fax. (0271) 637457.
60. **I Gusti Komang Dana Arsana, Dr. S.P., M.Si.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Bali. Jl. By Pass Ngurah Rai Pesanggaran Denpasar, Bali
61. **Imawan Wahyu Hidayat, M.Si.** Cibodas Botanic Gardens, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat. Tel.: +62-263-512233, 520448; Fax.: +62-263-512233.
62. **Immy Suci Rohyani, Dr.** Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram. Jl. Majapahit No. 62, Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat. Tel.: +62-370-646506, Fax.: +62-370-646506
63. **Indah Kurniawati, S.E., M.Si.** Kementerian Pariwisata RI, Jakarta
64. **Indah Kusumaningrum, S.TP., M.Si.** Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jl. Limau II, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12130, Jakarta
65. **Indah Sari Dewi, M.Pd.** Universitas Muhammadiyah Palangkaraya. Jl. RTA Milono Km 1,5, Palangkaraya 73111, Kalimantan Tengah
66. **Indriawati, M.Si.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
67. **Inna Listri Ani S.** Kelompok Studi Biodiversitas, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Gedung C Fakultas MIPA, Jl. Ir. Sutami No 36A Kentingan Jebres, Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62-271-663375
68. **Istino Ferita, Dr. Ir. M.S.** Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih - Padang 25163, Sumatera Barat. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702
69. **Jatna Supriatna, M.Sc., Ph.D.** Pusat Riset Perubahan Iklim, Universitas Indonesia Depok. Gedung Rektorat Lt. 8,5, Kampus UI, Depok 16424, Jawa Barat. Tel. +62-21-7867222 ext.100347, Fax: +62 21 7884 9119.
70. **Johan Setianto, Prof. Dr. Agr. Ir.** Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu 38371, Bengkulu. Tel./Fax. +62-736-21290
71. **Jolyanis Lainawa, Ir. M.Si.** Jurusan Sosial Ekonomi, Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus UNSRAT Bahu Manado 95115 Sulawesi Utara, Tel./Fax. +62-431-863186
72. **Karden Mulya, Dr.** Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen). Jl. Tentara Pelajar No.3A, Bogor Barat, Bogor 16111, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8337975
73. **Kustiati, M.Si.** Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB, Bandung, Jawa Barat, Indonesia; Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat.
74. **Laba Udarno, Drs.** Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Jl. Raya Parungkuda Km. 2, Sukabumi, Jawa Barat.
75. **Laela Sari, M.Si.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
76. **Lisye Iriana Zebua, Dr. M.Si.** Universitas Cenderawasih. Kampus FMIPA Uncen Waena, Jayapura, Papua
77. **Lusiana** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
78. **Makhabbah Jamilatun, M.Si.** Politeknik Kesehatan Kemenkes Banten, Jurusan Analis Kesehatan. Jl. dr. Sitanala Komplek SPK, Neglasari, Kota Tangerang, Banten
79. **Maman Rahmansyah, Drs.** Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
-

-
80. **Maria Palmolina, S.Sos., M.Sc.** Balai Penelitian Teknologi Agroforestry. Jl. Raya Ciamis-Banjar Km 4 Ciamis 46201, Jawa Barat. Tel. +62-265-771352, Fax. +62-265-775866
81. **Martha Sari, M.Si.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
82. **Mei Sulistyoningsih, Dr. Dra. M.Si.** Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Semarang. Jl. Dr. Cipto, Sidodadi Timur No. 24 Semarang 50125, Jawa Tengah. Tel. +62-24-8316377 Faks. +62-24-8448217
83. **Melta Rini Fahmi, Dr.** Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Jl Perikanan No. 13 Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat.
84. **Muhamad Ridwan, S.Far.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
85. **Muhamad Rizal, S.P.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857
86. **Muhammad Gunawan, S.Pt.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
87. **Neneng Hasanah** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
88. **Neng Herawati, M.Si.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
89. **Nina Arlofa, S.Si., M.Si.** Universitas Serang Raya. Jl. Raya Serang Cilegon Km.5 (Taman Drangong), Serang, Banten
90. **Nina Herlina, S.Kh.** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
91. **Ninik Setyowati, Ir.** Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
92. **Nita Noriko, Dr.** Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
93. **Novianty Djafri, Dr. M.Pd.** Jurusan Manajemen Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jendral Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo, Indonesia, Tel. +62- 435-821125 Fax. +62-435-821752
94. **Novri Nelly, Prof. Dr.** Program Pascasarjana Universitas Andalas, Jurusan HPT, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus Unand Limau Manis. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751 72102
95. **Nur Fadli Ikram** Kelompok Studi Kelautan, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta 55281, Indonesia
96. **Nur Hidayah, S.Pt., M.Si.** Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251-8626213, Fax. +62-251-8626213
97. **Nurheni Wijayanto, Prof. Dr.** Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor (IPB), Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8626806/+62-251-8626886
98. **Paskah Partogi Agung** Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
99. **Pipit Anggraeni** Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
-

100.	Popi Hadi Wisnuwardhani, M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
101.	Poppy Dwie Herdiyanni, S.Far.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
102.	Prof. Drs. Sutarno, M.Sc., Ph.D.	Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jl. Ir. Sutami36A Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62-271-663375
103.	Purwaningsih, Dra.	Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
104.	Puteri Zaharah	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
105.	Ratna Komala, Dr.	Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun. Jakarta Timur 13220.
106.	Resti Aulunia	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
107.	Retno Endrasari, S.P., M.P.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Jl. BPTP No. 40, Bukit Tegal Lepek, Ungaran, Jawa Tengah. Tel. +62-24-6924965/7, Fax. +62-24-6924966.
108.	Reza Ramdan Rivai, S.P.	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16003, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8322187
109.	Rina Hapsari Wening	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157. Fax. +62-260-520158
110.	Rinanti Anindya Putri	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
111.	Rini Puspitaningrum, Dr.	Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun. Jakarta Timur 13220.
112.	Rr. Retno Widowati, Ir. S.K.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857
113.	Rusli Fidriyanto, M.Sc	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
114.	Ruth Melliawati, Dra.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
115.	Ru'yatin, Dr.	Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram. Jl. Majapahit No. 62, Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat. Tel.: +62-370-646506, Fax.: +62-370-646506
116.	Saidah, Ir. M.P.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah, Jl. Lasoso 62 Biromaru Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. Tel. +62-451-482546. Fax. 0451-482549
117.	Saiful Anwar, M.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
118.	Samanhudi, Prof. Dr. S.P, M.Si.	Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (UNS). Jl. Ir. Sutami36A Ketingan Surakarta 57126, Jawa Tengah. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Telp/Fax. (0271) 637457.
119.	Shafa Imanda	Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.

120.	Sri Lestari, S.TP.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten. Jl. Ciptayasa Km 01 Ciruas-Serang 42182, Banten. Tel. +62-254281055, Fax. +62-254282507
121.	Sri Sudarwati, Ir. M.Sc.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah. Jl. BPTP No. 40, Bukit Tegal Lepek, Ungaran, Jawa Tengah. Tel. +62-24-6924965/7, Fax. +62-24-6924966.
122.	Sri Suharti, Dr. S.Pt., M.Si.	Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB). Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251-8626213, Fax. +62-251-8626213
123.	Sri Widawati, Dra.	Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
124.	Sriwulan Pamuji Rahayu, S.Pi.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857
125.	Subekti Nurmawati, Dra. M.Si.	Program Studi Biologi, FMIPA Universitas Terbuka. Jl. Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan 15418
126.	Suciantini, Dr.	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat), Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Jl. Tentara Pelajar No.1A, Indonesia. Tel. +62-251312760
127.	Suciatmih, Ir. M.Si.	Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
128.	Sukirman Rahim, Dr. M.Si.	Jurusan PGSD, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo, Indonesia. Tel. +62-435-821125 Fax.+62-435-821752
129.	Suliasih, Ir.	Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
130.	Sumarmiyati, S.P.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857
131.	Supriyanto, drh., S.Kom, M.Sc.	Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian. Jl. Ragunan No. 29A, Pasarminggu, Jakarta Selatan, 12540
132.	Suriani Br. Surbakti, Dr. M.Si.	Program Magister Biologi (Pascasarjana), Jurusan Biologi, Universitas Cenderawasih, Jl. Kamp Wolker Waena-Jayapura, Papua.
133.	Syubbanul Wathon, S.Si.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
134.	Tati Suryati Syamsudin S., Prof. Dr.	Jurusan Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Jawa Barat. Tel.: +62-22-2511575, 2500258, Fax.: +62-22-253 4107
135.	Tirta Kumala Dewi, M.Sc.	Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062
136.	Titi Juhaeti, Ir. M.Si.	Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
137.	Titi Kalima, Dra. M.Si.	Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi. Jl. Gunung Batu No.5. PO Box 165. Bogor 16001
138.	Titin Yulinery, Dra.	Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
139.	Tiur Elysabeth, S.T., M.T.	Universitas Serang Raya. Jl. Raya Serang Cilegon Km.5 (Taman Drangong), Serang, Banten
140.	Tri Handayani Kurniati, Dra. M.Si.	Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun. Jakarta Timur 13220.
141.	Trisnaningsih, S.Si.	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Kebun Percobaan Muara-Bogor. Jl. Raya Ciapus No 25 A Bogor, Jawa Barat

142.	Ulma Darmania Amanda, M.Si.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten. Jl. Ciptayasa Km 01 Ciruas-Serang 42182, Banten. Tel. +62-254281055, Fax. +62-254282507
143.	Umi Marwati, Dra. M.Si.	Fakultas Farmasi Universitas Pancasila Jakarta. Jl Srengsengsawah Jagakarsa Jakarta Selatan. Tel. +62-21-7864727
144.	Viktor Siagian, Ir. M.Si.	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Banten. Jl. Ciptayasa Km 01 Ciruas-Serang 42182, Banten. Tel. +62-254281055, Fax. +62-254282507
145.	Wage Ratna Rohaeni, S.P., M.Si.	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157. Fax. +62-260-520158
146.	Wahyu Prihatini, Dr.	Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Pakuan, Jl. Pakuan No.1. Bogor, Jawa Barat, Indonesia.
147.	Wike Andre Septian	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
148.	Wisnu Aji Suseno	Kelompok Studi Kepak Sayap, Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Gedung C Fakultas MIPA, Jl. Ir. Sutarni No 36A Ketingan Jebres, Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62-271-663375
149.	Y.B.Subowo, Drs. M.Si.	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-876156. Fax. +62-21-8765062.
150.	Yanti, Dr.	Laboratorium Biokimia dan Teknologi Enzim, Fakultas Teknobiologi, Unika Atma Jaya, Jl. Jenderal Sudirman, Jakarta 12930, Indonesia. Tel.: +62 21 5703306 ext 722; Fax: +62 21 5719060
151.	Yayan Apriyana, Dr.	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat), Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian. Jl. Tentara Pelajar No.1A, Indonesia. Tel. +62-251312760
152.	Yulia Sekar Sari	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588
153.	Yusuf Baskoro	Universitas Al Azhar Indonesia. Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta 12110, Indonesia. Tel. +62-21-72792753. Fax. +62-21-7244767.
154.	Zulnely, Dra.	Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (Pustekolah), Badan Litbang Kehutanan. Jl. Gunung Batu No. 5. PO Box 165 Bogor 16001, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8633378; 8633413.

PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 1 | no. 1 | pp. 1-170 | Maret 2015 | ISSN: 2407-8050 |

Makalah Utama: Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa SUTARNO, AHMAD DWI SETYAWAN	1-13
BIODIVERSITAS GENETIK	
Pemanfaatan plasma nutfah padi (<i>Oryza sativa</i>) untuk perbaikan sifat padi gogo ARIS HAIRMANSIS, SUPARTOPO, YULLIANIDA, SUNARYO, WARSONO, SUKIRMAN, SUWARNO	14-18
Observasi ketahanan varietas padi lokal terhadap penyakit blas (<i>Pyricularia grisea</i>) di rumah kaca ANGGIANI NASUTION, N. USYATI	19-22
Studi awal penampilan fenotipik plasma nutfah jengkol (<i>Pithecollobium jiringa</i>) di Padang, Sumatera Barat HAMDA FAUZA, ISTINO FERITA, NURWANITA E. PUTRI, NOVRI NELLY, BUJANG RUSMAN	23-30
Identifikasi dan karakterisasi tanaman enau (<i>Arenga pinnata</i>) di Kabupaten Gayo Lues ISTINO FERITA, TAWARATI, ZULFADLY SYARIF	31-37
Short Communication: Conservation genetic of tropical eel in Indonesian waters based on population genetic study MELTA RINI FAHMI	38-43
BIODIVERSITAS SPESIES	
Diversitas jamur endofit pada tumbuhan mangrove di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara SUCIATMIH	44-50
Keragaman ikan hias di lahan gambut Cagar Biosfer Bukit-Batu, Propinsi Riau MELTA RINI FAHMI, RENDY GINANJAR, RUBI VIDIA KUSUMAH	51-58
Isolasi dan uji efektivitas <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (<i>Glycine max</i> L. Merr.) var. Wilis SRI WIDAWATI, SULIASIH, SAEFUDIN	59-65
BIODIVERSITAS EKOSISTEM	
Peran Kebun Raya Indonesia dalam upaya konservasi tumbuhan dan penurunan emisi karbon DANANG W. PURNOMO, HENDRA HELMANTO, ANGGA YUDAPUTRA	66-70
Mengungkap keberadaan dan potensi gayam (<i>Inocarpus fagifer</i>) sebagai sumber pangan alternatif di Sukabumi, Jawa Barat NINIK SETYOWATI, ALBERTUS HUSEIN WAWO	71-77

ETNOBIOLOGI

Inventarisasi tumbuhan obat dan kearifan lokal masyarakat Etnis Bune dalam memanfaatkan tumbuhan obat di Pinogu, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo 78-84
ABUBAKAR SIDIK KATILI, ZAINUDDIN LATARE, MOH. CHANDRA NAOUKO

BIOSAINS

Potensi bakteri lumpur minyak sebagai penghasil biosurfaktan dan antimikroba 85-88
MARTHA SARI, FIFI AFIATI, WIEN KUSHARYOTO

Potensi minyak kanola dan flaxseed terproteksi sabun kalsium untuk mengoptimalkan fermentasi dan mikroba rumen sapi potong secara in vitro 89-92
SRI SUHARTI, AFDOLA RISKI NASUTION, DESTI NUR ALIYAH, NUR HIDAYAH

Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat 93-96
MUHAMMAD GUNAWAN, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, SYAHRUDDIN SAID

Kemampuan regenerasi kalus embriogenik asal nuselus jeruk siam serta variasi fenotipe tunas regeneran 97-104
AIDA WULANSARI, AGUS PURWITO, ALI HUSNI, ENNY SUDARMONOWATI

Pemecahan dormansi temulawak dengan aplikasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP 105-108
EKO BINNARYO MEI ADI, SRI INDRAYANI, ENUNG SRI MULYANINGSIH

Natural production potency of nipa (*Nypa fruticans*) sap as production commodity for bioethanol 109-113
IMAWAN WAHYU HIDAYAT

Studi awal ekstraksi Batch daun *Stevia rebaudiana* dengan variabel jenis pelarut dan temperatur ekstraksi 114-119
ANDY CHANDRA

Prospek *Eucalyptus citriodora* sebagai minyak atsiri potensial 120-126
ZULNELY, GUSMAILINA, EVI KUSMIATI

Aspek gizi, mikrobiologis, dan organoleptik tempura ikan rucah dengan berbagai konsentrasi bawang putih (*Allium sativum*) 127-130
FIBRIA KASWINARNI

Karakterisasi fisikokimia kerupuk melinjo sebagai upaya diversifikasi produk olahan melinjo 131-135
SRI LESTARI, MUHARFIZA

Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai pakan ternak ruminansia 136-138
ENDAH PERMATA SARI, IMELA SUKMA TIFANA PUTRI, RINANTI ANINDYA PUTRI, SHAFIA IMANDA, DEWI ELFIDASARI, RIRIS LINDIAWATI PUSPITASARI

Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan 139-144
MELTA RINI FAHMI

Peningkatan hasil jagung dengan menggunakan pupuk organik hayati (POH) 145-149
SULIASIH, SRI WIDAWATI

Penambahan pupuk hayati jamur sebagai pendukung pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) pada tanah salin 150-154
Y.B. SUBOWO

Uji toleransi plasma nutfah padi terhadap cekaman suhu rendah pada agroekosistem gogo 155-161
RINA HAPSARI WENING, UNTUNG SUSANTO

Ketahanan galur harapan padi fungsional terhadap hama wereng coklat dan penyakit blas TRISNANINGSIH, ANGGIANI NASUTION	162-166
Induksi kalus <i>Chrysanthemum indicum</i> untuk meningkatkan keragaman genetik dari sel somatik REZA RAMDAN RIVAI, HENDRA HELMANTO	167-170

Makalah Utama:

Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa

Indonesia's biodiversity: the loss and management efforts to ensure the sovereignty of the nation

SUTARNO^{*}, AHMAD DWI SETYAWAN

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami No. 36a, Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./Fax.: +62-271-663375, *email: nnsutarno@yahoo.com

Manuskrip diterima: 1 Desember 2014. Revisi disetujui: 15 Januari 2015.

Abstrak. *Sutarno, Setyawan AD. 2015. Biodiversitas Indonesia; Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 1-13.* Indonesia merupakan negara dengan kekayaan biodiversitas yang sangat tinggi, sehingga dimasukkan dalam negara mega-biodiversitas. Sebagian wilayah Indonesia memiliki kerapatan dan keunikan biodiversitas yang tinggi pula sehingga dimasukkan dalam hotspot biodiversitas, yaitu Sundaland (Nusantara barat) dan Wallacea. Sebagian wilayah Indonesia lainnya masih memiliki ekosistem alami dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, sehingga dimasukkan dalam kawasan alami dengan biodiversitas yang tinggi, yaitu Sahulland (Nusantara timur). Di lautan, Indonesia juga memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi karena menjadi pusat segitiga karang dunia. Sayangnya, pemanfaatan berkelanjutan keanekaragaman hayati kurang menjadi perhatian utama para pemangku kepentingan di Indonesia, sehingga tingkat kepunahan biodiversitas Indonesia adalah salah satu yang tertinggi di dunia. Konversi habitat alami merupakan penyebab utama hilangnya biodiversitas di daratan, misalnya pembabatan hutan secara ilegal yang dilanjutkan konversi ke perkebunan kelapa sawit di Kalimantan. Sementara itu pemanenan yang berlebihan merupakan penyebab utama hilangnya biodiversitas di lautan, misalnya penangkapan ikan secara ilegal, tidak dilaporkan dan tidak dicatat di Laut Arafura. Biodiversitas di kedua lokasi tersebut telah memberi kesejahteraan tidak hanya kepada rakyat Indonesia, namun juga negara-negara tetangga, namun kini disadari bahwa kasus perusakan biodiversitas berdampak nyata pada kesejahteraan bangsa Indonesia secara keseluruhan, oleh karena itu perlu upaya pengelolaan yang bijaksana untuk menjamin ketersediaan dalam jangka panjang dan menjaga kemandirian bangsa dengan memenuhi kebutuhan dari sumber-sumber dalam negeri.

Kata kunci: Biodiversitas, kemandirian bangsa, kerusakan, Kalimantan, Laut Arafura

Abstract. *Sutarno, Setyawan AD. 2015. Indonesia's biodiversity: the loss and management efforts to ensure the sovereignty of the nation. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 1-13.* Indonesia is remarkably very rich in biodiversity. It is recognized as one of the mega-biodiversity countries. Some parts of Indonesia are home to uniquely high level and density of species diversity, which are included in the biodiversity hotspots, i.e., Sundaland (western Nusantara) and Wallacea. Other parts of Indonesia still have natural ecosystems with high biodiversity, it is included in high-biodiversity wilderness areas, namely Sahulland (eastern Nusantara). In the ocean, Indonesia is the richest in marine biodiversity, being situated at the heart of the Coral Triangle. Unfortunately, sustainable use of biological diversity is less concerned by major stakeholders in Indonesia, as such the rate of biodiversity extinction in Indonesia is one of the highest in the world. Conversion of natural habitat is the major cause of biodiversity loss in the mainland, such as illegal deforestation followed by conversion to oil palm plantations in Kalimantan. While, overfishing is the major cause of biodiversity loss in the ocean, for example, illegal unreported and unregulated fishing in the Arafura Sea. Biodiversity in both locations has been giving welfare not only to the Indonesian people but also neighboring countries. It is now recognized, that biodiversity loss has a significant impact on the welfare of the Indonesian people as a whole. Therefore, prudent management efforts are needed to ensure the sustainability in the long term and to maintain the sovereignty of the nation by meeting all demands with supply from domestic sources.

Keywords: Biodiversity, sovereignty of the nation, damage, Kalimantan, the Arafura Sea

PENDAHULUAN

Presiden pertama RI Soekarno, sejak masa awal kemerdekaan telah mengingatkan pentingnya kemandirian bangsa, khususnya dalam hal pengadaan pangan. “Pangan merupakan soal mati-hidupnya suatu bangsa; apabila kebutuhan pangan rakyat tidak dipenuhi maka “malapetaka”; oleh karena itu perlu usaha secara besar-besaran, radikal, dan revolusioner.” (Soekarno 1952).

Namun, hampir 70 tahun setelah kemerdekaan RI, bangsa Indonesia masih belum “merdeka” (mandiri) dalam pengadaan pangan. Meskipun, pernah mampu swasembada beras, namun pada saat ini impor berbagai bahan pangan masih terus berjalan. “Saya malu, ketika bertemu Presiden Vietnam, tiba-tiba beliau langsung menawari saya beras. Katanya beras kami masih banyak, silakan kalau mau dibeli.” Pernyataan Presiden Joko Widodo (Jokowi), saat menghadiri acara Hari Menanam Nasional di Desa

Tempursari, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Wonogiri, Sabtu, 29 November 2014 (Tribunnews.com 29/11/2014).

Indonesia terkenal sebagai negara yang subur, namun gagal mewujudkan swasembada pangan. Indonesia sangat subur karena memiliki tanah bermineral sebagai akibat dari proses kegunung-apian (volkanisme), kecuali pulau Kalimantan. Indonesia juga memiliki iklim tropis, dimana tumbuh-tumbuhan memiliki produktivitas sangat tinggi karena sinar matahari tersedia sepanjang tahun. Sayangnya, pengelolaan yang kurang tepat menyebabkan Indonesia gagal dalam swasembada pangan, meskipun hal ini pernah terjadi dalam kurun yang singkat, beberapa tahun yang lalu.

Pada Januari s.d. November 2013, Indonesia mengimpor 29 jenis bahan pangan utama dengan harga total sebesar USD 8557,854 juta (BEC 2013). Ironisnya, beberapa jenis bahan pangan impor tersebut sebenarnya sangat melimpah di dalam negeri seperti kelapa sawit, kelapa, minyak goreng, cengkeh, singkong, gula (tebu, pasir), garam, dan kakao. Beberapa jenis komoditas diimpor karena kekhasannya, misalnya kopi dan teh. Namun, terdapat pula bahan impor yang hingga kini belum diproduksi secara ekonomis di Indonesia, seperti gandum (dan tepung terigu), karena kendala faktor iklim.

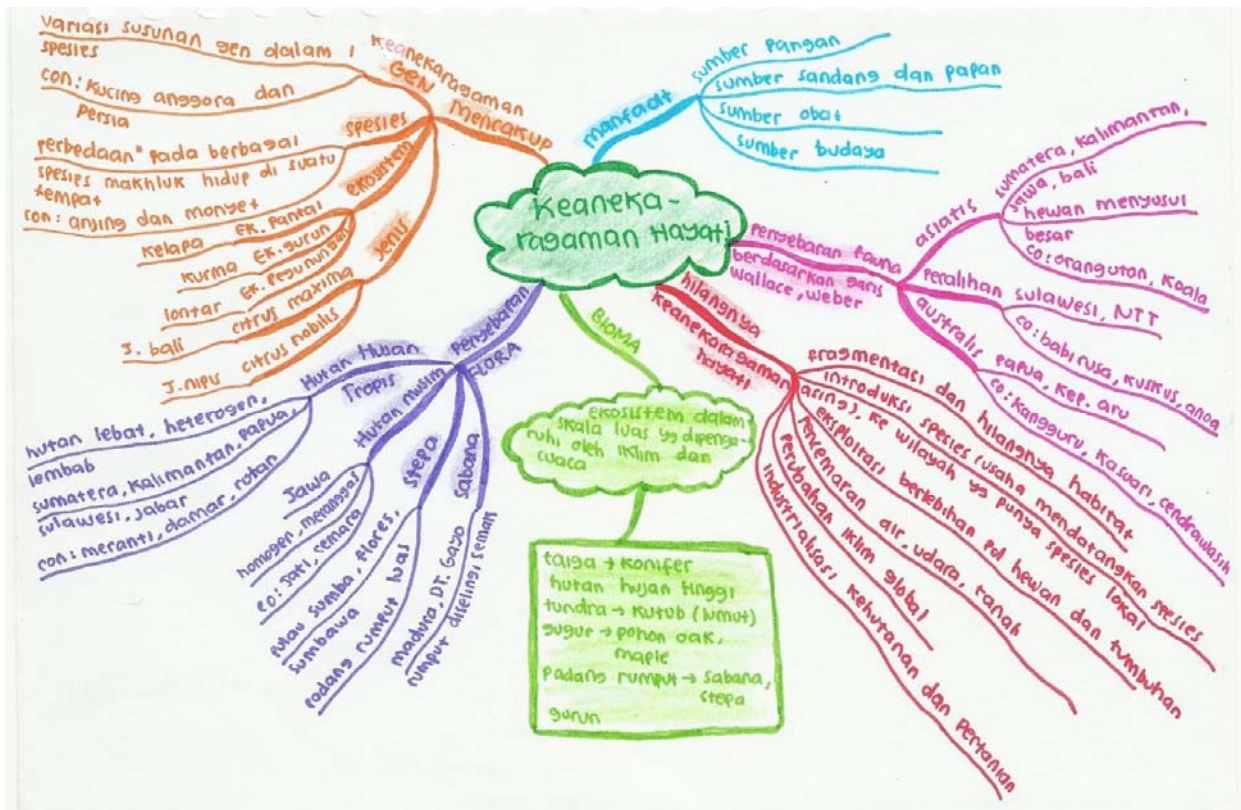
Indonesia memiliki beragam habitat dan beragam jenis tumbuhan, hewan dan mikroba yang berpotensi sebagai penghasil bahan pangan, bahan obat dan bahan baku industri. Beberapa jenis bahan makanan dapat menjadi substitusi atau komplemen bahan impor, misalnya tepung mocaf dari singkong sebagai pengganti tepung terigu.

Kalaupun sulit diganti 100%, maka pemuliaan tanaman memungkinkan agar komoditas impor tersebut dapat diproduksi oleh varietas yang cocok dengan alam Indonesia. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa gandum juga dapat dibudidayakan secara ekonpmis di beberapa dataran tinggi di pulau Jawa.

Tulisan ini bertujuan untuk mengulas kekayaan biodiversitas Indonesia, penurunan dan potensinya dalam memenuhi kebutuhan pangan rakyat secara mandiri dan berkelanjutan.

KEKAYAAN BIODIVERSITAS

Biodiversitas adalah keseluruhan gen, spesies dan ekosisten di suatu kawasan (“totality of genes, species and ecosystems in a region”) (Behera dan Das 2008). Biodiversitas merupakan bidang kajian yang sangat menarik karena memiliki banyak aspek pembahasan (Gambar 1). Dalam diskusi biodiversitas dunia, Indonesia adalah negara yang tidak dapat ditinggalkan. Indonesia sangat kaya biodiversitas, baik di daratan maupun di lautan. Selama ini, diskusi mengenai kekayaan biodiversitas umumnya hanya didasarkan pada spesies daratan, namun dengan semakin banyaknya penelitian maritim, maka biodiversitas di lautan juga mulai terungkap. Hal ini berdampak pada ranking Indonesia sebagai negara utama biodiversitas, karena negeri ini adalah negara kepulauan terbesar di dunia (Schroeder 2011)(Gambar 2.A).



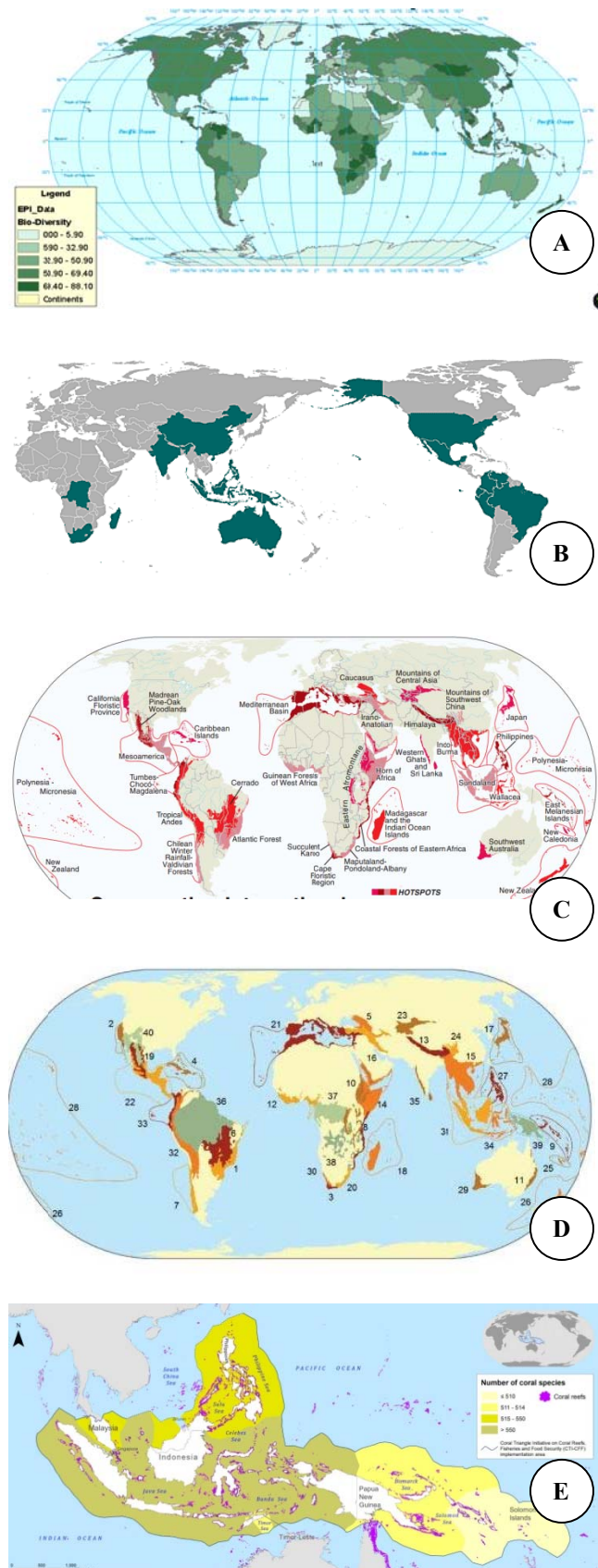
Gambar 1. Peta konsep (mind-map) keanekaragaman hayati.

Mega biodiversitas. Indonesia adalah salah satu dari 17 negara yang disebutkan sebagai negara-negara mega biodiversitas (Gambar 2.B). Negara-negara tersebut adalah Afrika Selatan, Amerika Serikat, Australia, Brasil, Cina, Ekuador, Filipina, India, Indonesia, Kolombia, Kongo, Madagaskar, Malaysia, Meksiko, Papua Nugini, Peru, dan Venezuela (CI 1997; Mittermeier et al. 2005). Hutan tropis Indonesia beserta Brazil dan Kongo adalah wilayah dengan keanekaragaman spesies darat tertinggi di dunia.

Negara mega biodiversitas dihuni oleh sedikitnya 2/3 dari semua spesies vertebrata non-ikan dan 3/4 dari semua spesies tumbuhan tinggi. Konsep negara megabiodiversitas disusun atas 4 premis, yaitu: (i) Keanekaragaman setiap negara sangat penting bagi kelangsungan hidup negara itu, dan harus menjadi komponen dasar setiap strategi pembangunan nasional atau regional; (ii) Keanekaragaman hayati tidak merata di bumi, dan beberapa negara, terutama di daerah tropis, memiliki konsentrasi biodiversitas yang jauh lebih besar daripada negara-negara lain; (iii) Beberapa negara yang paling kaya spesies dan keanekaragaman hayati juga memiliki ekosistem yang berada di bawah ancaman paling parah; (iv) Untuk mencapai dampak maksimum dari sumber daya yang terbatas ini, upaya konservasi harus dikonsentrasikan (tapi tidak eksklusif) di negara-negara terkaya dalam keanekaragaman and endemisme namun paling parah terancam.

Hotspot biodiversitas. Hotspot adalah skema andalan (*flagship*) konservasi yang digunakan untuk meningkatkan kesadaran dan penggalangan dana untuk wilayah-wilayah di dunia dengan jumlah spesies endemik yang lebih banyak dan dengan ancaman kepunahan yang lebih. Terdapat 35 daerah hotspot biodiversitas dunia (CI 1999; Mittermeier et al. 2005), dimana dua di antaranya terdapat di Indonesia, yaitu paparan Sunda (Sundaland) dan Wallacea (Gambar 2.C). Suatu daerah hotspot biodiversitas dunia harus memenuhi dua kriteria yang ketat, yaitu: (i) Wilayah itu harus memiliki minimal 1.500 tumbuhan vaskular endemik yang tidak tergantikan. (ii) Wilayah itu harus memiliki 30% atau kurang dari vegetasi alami asli, sehingga cukup terancam. Di seluruh dunia, terdapat 35 daerah hotspot, yang mencakup hanya 2,3% dari permukaan tanah di bumi, tetapi mendukung lebih dari setengah spesies tumbuhan endemik dunia, dan hampir 43% dari burung, mamalia, reptil dan amfibi endemik. Dari ke-35 daerah hotspot tersebut dua di antaranya terdapat di Indonesia, yaitu no. 31 = Sundaland; dan no. 34 = Wallacea. Horspot biodiversitas tersebut, sekaligus merupakan hotspot keanekaragaman bahasa dunia, dimana terdapat 3.202 bahasa (CI 1999; Mittermeier et al. 2005; Gorenflo et al. 2012).

Kawasan alami dengan biodiversitas tinggi. Disamping memiliki dua daerah hotspot biodiversitas, yaitu: Sundaland dan Wallacea; Indonesia juga memiliki daerah dengan ekosistem yang masih utuh, yaitu Tanah Papua (Pulau New Guinea), atau dikenal pula sebagai “*High-biodiversity wilderness areas*”, yaitu: daerah liar yang masih alami dan ekosistemnya masih utuh dan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Gambar 2.D). Di dunia terdapat lima kawasan demikian (CI 2002; Mittermeier et al. 2005).



Gambar 2. A. Biodiversitas global, B. Negara-negara mega-biodiversitas (CI 1997), C. Hotspot biodiversitas (CI 1999), D. Kawasan alami dengan biodiversitas tinggi (warna hijau) (CI 2002), E. Segitiga karang/koral (TNC 2008).

Biodiversitas maritim. Selama ini, pembahasan mengenai keanekaragaman hayati umumnya didasarkan pada spesies daratan. Namun dengan semakin banyaknya penelitian maritim, maka terbukti bahwa Indonesia adalah negara dengan kekayaan biodiversitas laut tertinggi di dunia. Segitiga koral (*coral triangle*) berisi keanekaragaman karang tertinggi di dunia, dengan jumlah 76% (605) spesies dari seluruh spesies karang dunia (798) (Gambar 2.E). Sebagai perbandingan, di Karibia yang dikenal sebagai surganya ekowisata maritim, hanya memiliki sekitar 8% (61) dari spesies karang dunia. Keragaman karang tertinggi berada di Semenanjung Kepala Burung Papua Indonesia; yang menjadi rumah dari 574 (72%) spesies karang dunia, dengan terumbu individu yang mendukung hingga 280 spesies per hektar. Di kawasan ini, Kepulauan Raja Ampat adalah pusat keanekaragaman karang dunia, dengan jumlah 553 spesies (Veron 2000; Roberts et al. 2002; TNC 2008; UNEP-WCMC 2010).

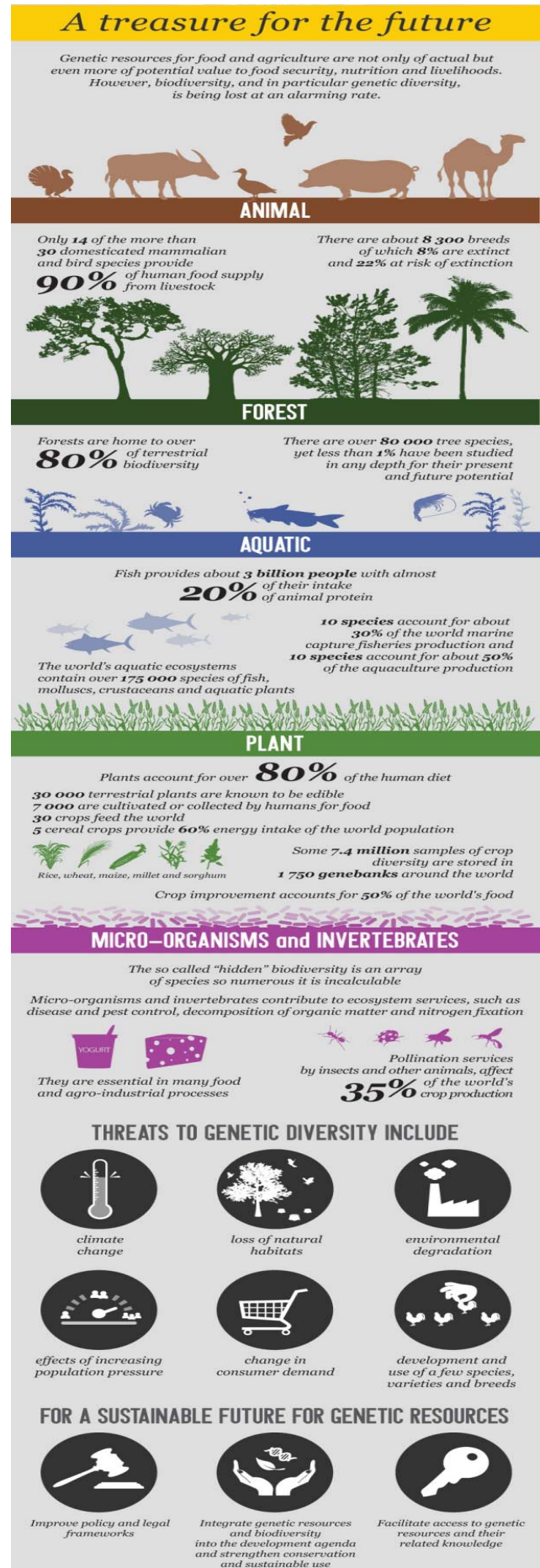
MANFAAT BIODIVERSITAS

Biodiversitas memiliki banyak banyak manfaat baik yang berwujud maupun yang tidak berwujud, yaitu: (i) Jasa ekosistem, seperti: air minum yang bersih, pembentukan dan perlindungan tanah, penyimpanan dan daur hara, mengurangi dan menerapkan polusi, berkontribusi terhadap stabilitas iklim, pemeliharaan ekosistem, dan penyerbukan tanaman. (ii) Sumber daya hayati, seperti: makanan, obat-obatan, bahan baku industri, tanaman hias, stok untuk pemuliaan dan penyimpanan populasi. (iii) Manfaat sosial, seperti: pendidikan, rekreasi dan penelitian, serta budaya Biodiversitas telah memberi berbagai bahan pangan untuk kehidupan umat manusia, namun keberlanjutannya terancam (FAO 2013) (Gambar 3).

Indonesia memiliki beragam sumber genetik yang berpotensi sebagai bahan pangan. Beberapa jenis hewan kini menjadi sumber pangan lokal Indonesia, misalnya sapi bali (banteng), ayam kampung dan beberapa jenis unggas lainnya. Indonesia juga memiliki beragam tumbuhan lokal yang berpotensi sebagai suplemen atau komplemen beras, yang merupakan makanan pokok utama rakyat Indonesia. Konsep diversifikasi terhadap ketergantungan beras dapat dimulai dengan mengenalkan dan menghapus pandangan nilai-nilai lama yang menempatkan palawija sebagai pangan masyarakat kelas bawah dan dengan mengangkat kembali potensi-potensi pangan yang dimiliki oleh masing-masing daerah. Beberapa ragam jenis pangan lokal yang dapat menjadi pengganti beras, misalnya: singkong, garut, sukun, jagung, sagu, kentang, ubi jalar, dan talas (Cahyanto et al. 2012).

Di seluruh dunia, dalam 100 tahun terakhir, kegiatan pemuliaan tumbuhan dan hewan telah menyebabkan lahirnya beragam varietas tanaman dan hewan peliharaan. Peningkatan jumlah varietas ini, kini, umumnya mencapai sekitar 10 kali lipat dari sebelumnya (NGM 2011).

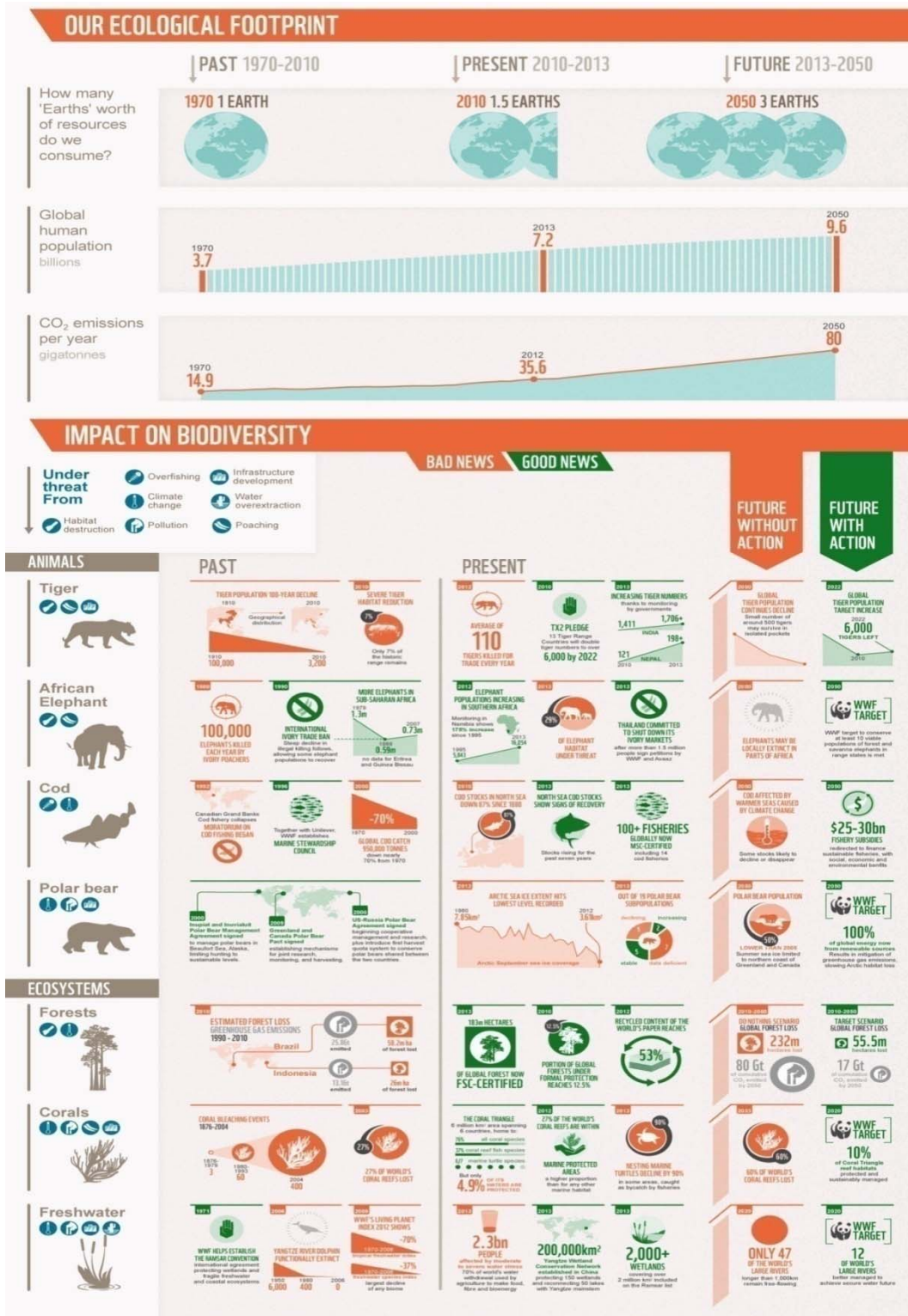
Gambar 3. Sumbangan sumberdaya genetik dan keanekaragaman hayati terhadap pangan dan pertanian (FAO 2013).



TANTANGAN BIODIVERSITAS

Peningkatan populasi manusia yang berakibat pada meningkatnya konsumsi merupakan penyebab antropogenik utama penurunan dan hilangnya habitat bagi keanekaragaman hayati. Di luar itu, perubahan iklim merupakan keniscayaan yang menyebabkan perubahan

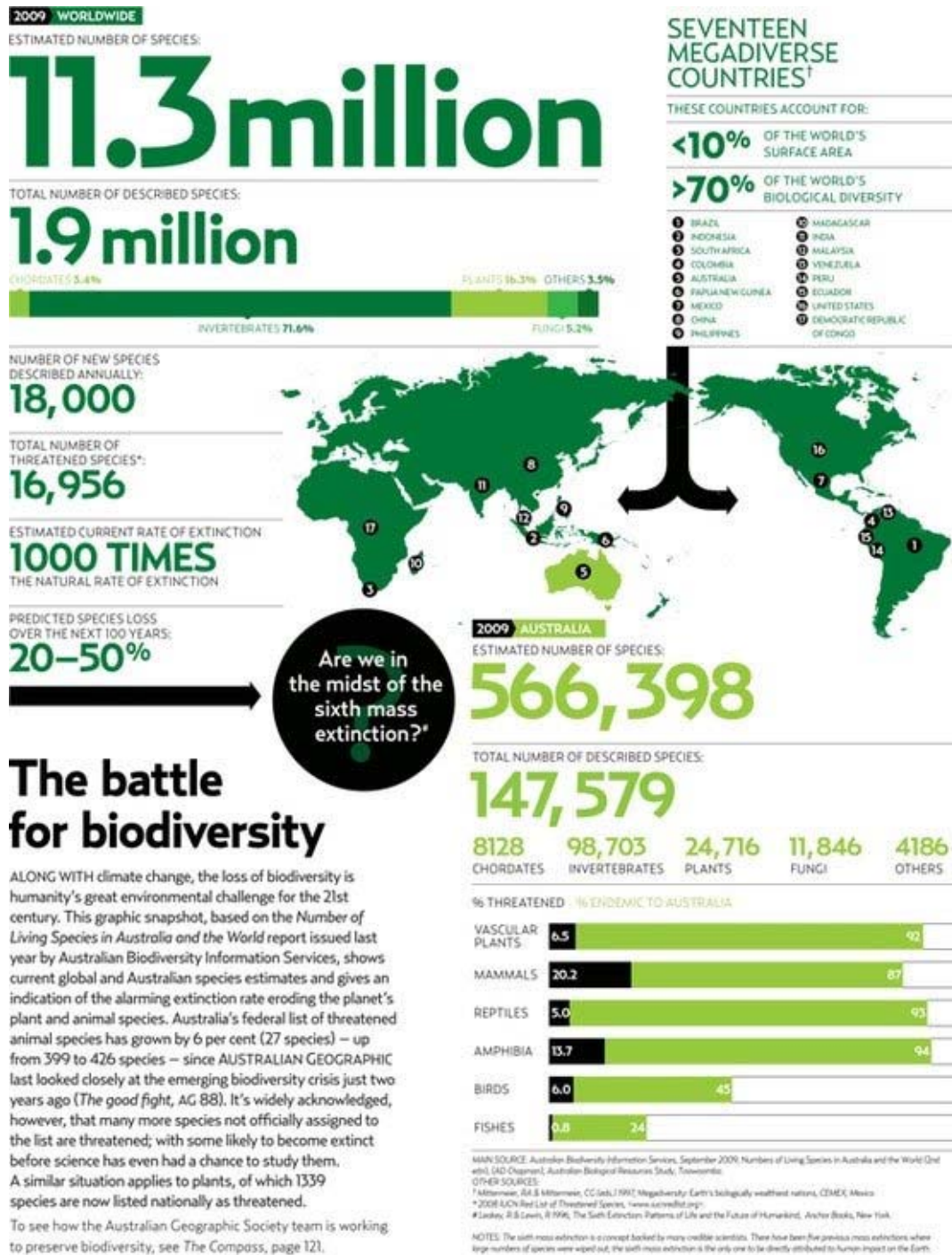
habitat baik di laut maupun di daratan. Tingkat konsumsi kita saat ini menimbulkan ancaman berkelanjutan bagi planet bumi. Hal ini mempengaruhi keanekaragaman hayati dan beberapa jenis hampir punah (Gambar 4). Oleh karena itu perlu tindakan yang tepat untuk mengatasinya.



Gambar 4. Pengaruh manusia terhadap biodiversitas

Perubahan iklim dan hilangnya keanekaragaman hayati merupakan tantangan terbesar saat ini bagi umat manusia. Diperkirakan bahwa kita akan kehilangan 20-50% dari semua spesies dalam abad berikutnya, bahkan beberapa di antaranya sebelum ditemukan. Ada tujuh belas negara megadiversitas yang menyumbang lebih dari 70% dari keanekaragaman hayati dunia (Rossi 2014) (Gambar 5). Upaya konservasi perlu ditingkatkan, terutama di negara-negara tersebut.

Konversi hutan tropis menjadi kawasan urban menyebabkan penurunan secara signifikan jumlah jenis yang dapat didukung untuk tinggal di dalamnya. Pepohonan tidak hanya mendukung vegetasi dan tumbuhan tetapi juga menjadi habitat hewan. Hutan tropis yang alami mampu mendukung kehidupan 704 spesies, terdiri dari 392 jenis burung, 200 jenis reptil dan amfibia, serta 112 mamalia. Sementara hutan yang terdegradasi hanya mampu mendukung kehidupan 54 spesies, terdiri dari burung, reptil dan amfibia serta mamalia.



Gambar 5. The Battle for Biodiversity! (Rossi 2014).

Penelitian di kawasan gambut Kalimantan tengah menunjukkan bahwa hutan yang utuh memiliki keanekaragaman jenis burung yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan fragmen hutan yang rusak dan kawasan non hutan. Dominasi setiap jenis burung pada ketiga kawasan tersebut juga berbeda-beda. Kelimpahan burung pemakan nektar di luar hutan yang utuh menurun, sementara itu kelimpahan burung-burung pemakan buah meningkat pada hutan yang kembali tumbuh.

Kerusakan alam dan hilangnya habitat telah menyebabkan puluhan ribu spesies terancam punah. Dari 20 negara di dunia yang jenis-jenis alamiahnya terancam, maka Indonesia menduduki posisi ke-5, dimana terdapat 1126 spesies yang terancam punah, terdiri dari mamalia, burung, reptil, amfibia, ikan dan moluska (Darlington 2010) (Gambar 7).

Beberapa tindakan manusia secara “tidak sengaja” berdampak langsung terhadap hidupan liar. Misalnya, 4 jenis amfibia sering terjebak dalam botol dan sampah, 18 jenis reptil terjebak dalam perangkap udang, jaring atau kantong plastik; 49 jenis burung sering terkena tali pancing atau jaring ikan, 49 mamalia laut terperangkap pada tali, jaring dan sesampahan; 97 jenis invertebrata laut terkena

pancing, terjebak dalam kantong plastik, botol minuman dan sesampahan lainnya; 46 jenis ikan terjebak dalam tali pancing, jaring atau kantong plastik; dan 4 jenis coral dan spons terkena pancing atau sesampahan (OceanConservancy 2012).

Penyebab utama hilangnya biodiversitas adalah: kerusakan habitat, perubahan iklim (pemanasan global), eksploitasi yang berlebihan, pencemaran lingkungan, ketidaksengajaan/kecelakaan dan datangnya spesies asing (WWF 2012). Faktor-faktor penyebab, pemacu, dan tekanan langsung berkontribusi terhadap degradasi keanekaragaman hayati global dan jasa ekosistem ditunjukkan oleh Gambar 6.

Eksplorasi berlebihan, hilangnya habitat, dan masuknya spesies invasif mengancam keanekaragaman hayati dunia. Tingkat kepunahan saat ini 100 kali dari pada sebelum manusia berevolusi. Dua spesies telah punah setiap hari sejak 2010. Keanekaragaman hayati adalah penting bagi umat manusia karena menyediakan bahan baku untuk makanan, obat-obatan dan industri. Meskipun kawasan lindung telah dibuat dan investasi dilakukan, kita perlu berbuat lebih banyak.



Gambar 6. Faktor penyebab hilangnya biodiversitas (WWF 2012).



Gambar 7. 20 negara teratas yang biodiversitasnya paling terancam kepunahan (Darlington 2010).

STUDI KASUS

Kasus 1. Deforestation di Kalimantan: dari illegal logging ke perkebunan sawit

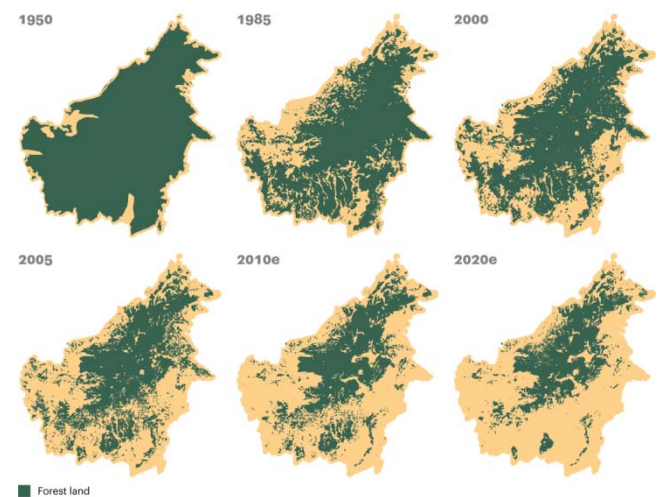
Deforestasi

Pada saat ini deforestasi di Indonesia telah menurun dibandingkan dekade 1990an, bukan karena perbaikan manajemen namun terutama karena sejumlah besar hutan di Kalimantan dan Sumatera telah musnah dan tidak ada peremajaan kembali yang signifikan (Hansen et al. 2009). Dalam 100 tahun terakhir pembukaan hutan di Indonesia terkonsentrasi di Kalimantan dan Sumatera (Broich et al. 2011a, b). Dalam kurun 50 tahun terakhir pulau Kalimantan kehilangan sekitar 2/3 tutupan hutannya (Gambar 8). Di sisi lain, sejumlah besar hutan telah diubah menjadi lahan perkebunan khususnya sawit. Hutan tropis merupakan kawasan yang cocok untuk perkebunan kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan salah satu minyak nabati terkemuka yang diproduksi secara global, merupakan seperempat dari konsumsi minyak sayur global dan sekitar 60% perdagangan minyak sayur secara internasional.

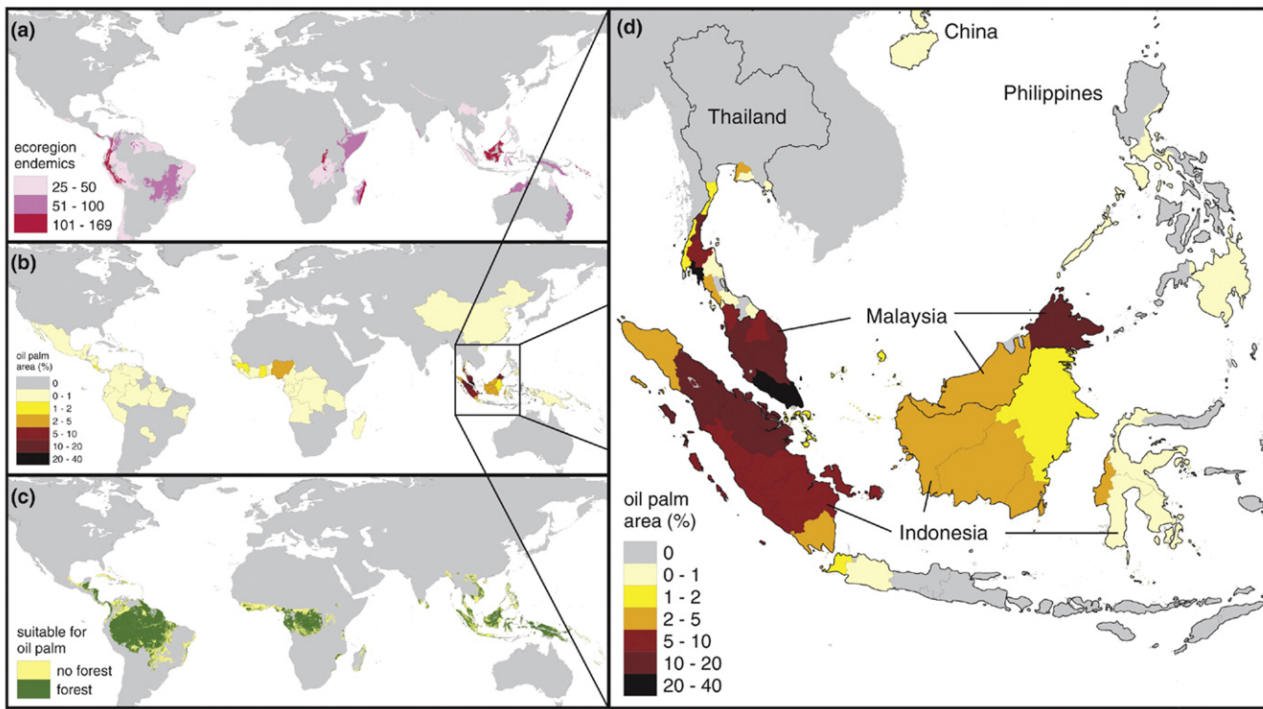
Kelapa sawit adalah penghasil minyak sayur yang paling produktif dan menguntungkan untuk produksi biofuel. Kelapa sawit hanya tumbuh di daerah tropis dan telah dibudidayakan secara besar-besaran di Indonesia, Malaysia dan Thailand di Asia Tenggara (Fitzherbert et al. 2008) (Gambar 9), Nigeria di Afrika, Kolombia dan Ekuador di Amerika Selatan dan Papua Nugini di Oceania. Permintaan global untuk minyak sawit diperkirakan meningkat dua kali lipat pada tahun 2020.

Monokultur kelapa sawit dan dampaknya

Budidaya kelapa sawit modern umumnya bersifat monokultur, berbeda dengan di negara asalnya, Afrika Timur, yang merupakan tanaman agroforest. Pohon kelapa sawit menghasilkan buah-buahan pada tahun ketiga, dengan hasil per pohon meningkat secara bertahap sampai puncak sekitar 20 tahun. Oleh karena itu, perkebunan kelapa sawit biasanya hancur dan ditanam kembali pada interval 25-30 tahun (Wahid et al. 2005).



Gambar 8. Hilangnya tutupan hutan di Kalimantan (Ahlenius 2007).



Gambar 9. Distribusi global kelapa sawit dan potensi konflik dengan keanekaragaman hayati: (a) daerah vertebrata darat yang tinggi endemisme; (b) distribusi global budidaya kelapa sawit; (c) daerah pertanian cocok untuk kelapa sawit (dengan dan tanpa hutan); dan (d) lahan kelapa sawit di Asia Tenggara (Fitzherbert et al. 2008).



Gambar 10. Heart of Borneo, upaya melestarikan alam Kalimantan (Van Paddenburg et al. 2012).

Proses produksi minyak sawit cenderung mengurangi air tawar dan kualitas tanah, dan mempengaruhi masyarakat setempat yang bergantung pada produk-produk ekosistem (seperti makanan dan obat-obatan) dan jasa ekosistem (seperti regulasi hidrologi siklus dan tanah perlindungan) yang disediakan oleh hutan. Dari sudut pandang ekologi, budidaya monokultur kelapa sawit bisa menjadi hambatan terhadap migrasi spesies dan menyebabkan kerentanan lebih besar terhadap penyakit tanaman. Konversi hutan alam meningkatkan fragmentasi habitat dan hilangnya keanekaragaman hayati. Efek tepi abiotik meliputi kerentanan terhadap angin, pengeringan dan terjadinya kebakaran. Selain itu, perkebunan kelapa sawit mengandung lebih sedikit biomassa dan memiliki umur lebih pendek dari hutan alam, lebih sedikit menyimpan karbon. Pengeringan lahan gambut untuk dikonversi menjadi perkebunan juga bisa memberikan kontribusi yang signifikan terhadap emisi gas rumah kaca.

Hilangnya tutupan hutan di Kalimantan

Di Indonesia, hutan menutupi 463.000 mil², yang menempati peringkat ketiga di belakang hanya Brazil dan Republik Demokratik Kongo dalam ukuran. Namun penebangan liar yang merajalela telah membuat hutan-hutan tersebut termasuk yang paling terancam punah di planet ini dan telah menyebabkan tertekannya harga kayu di seluruh dunia. Pada tahun 1960, sekitar 82% dari Kalimantan berhutan. Pada tahun 1995, tutupan hutan berkurang menjadi 52%. Pada tingkat deforestasi saat ini, 98% dari hutan dataran rendah di Indonesia akan hancur pada 2022 (Thiessen 2012) (Gambar 8).

Permintaan di seluruh dunia untuk minyak sawit telah meningkat tajam selama beberapa tahun terakhir. Dengan 54 juta ton pada tahun 2011, sawit adalah minyak nabati yang paling banyak diproduksi di seluruh dunia. Sawit memiliki hasil tertinggi dari setiap tanaman minyak dan minyak nabati termurah untuk memproduksi dan mengelolanya. Lebih dari 90% dari minyak sawit yang dihasilkan digunakan untuk memproduksi produk makanan, kosmetik, deterjen dan lilin (Rainforest Rescue 2013).

Perluasan perkebunan kelapa sawit di Kalimantan sangat mengkhawatirkan. Oleh karena itu perlu upaya melestarikan alam Kalimantan, misalnya melalui proyek *Heart of Borneo*. Meliputi sekitar 30% luas daratan Borneo, Heart of Borneo (HoB) mencakup lebih dari 22 juta hektar hutan hujan tropis di tiga negara: Brunei Darussalam, Indonesia (Kalimantan) dan Malaysia (Sabah dan Sarawak). Kawasan ini adalah hamparan terbesar yang tersisa dari hutan tropis yang melintas batas negara di Asia Tenggara (Van Paddenburg et al. 2012) (Gambar 10).

Kasus 2. Illegal fishing di Laut Arafura

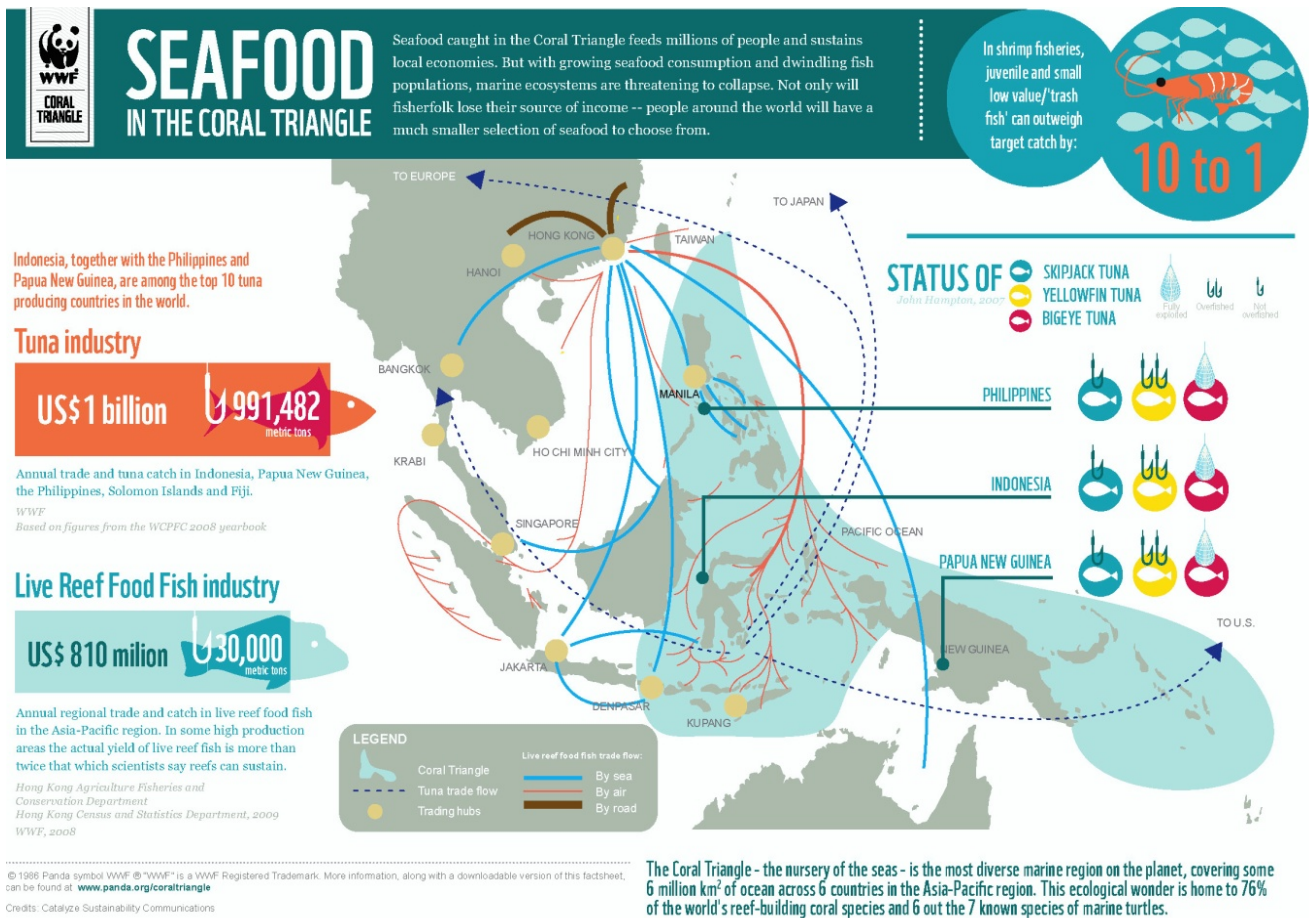
Indonesia adalah sumber pangan laut dunia, dimana Laut Arafura adalah pusat produksi ikan tuna, dan berbagai pangan laut lainnya. Lautan Indonesia tidak hanya memberi makan pada rakyat Indonesia namun juga negara-negara tetangga, khususnya di Asia Tenggara dan Asia Timur (Gambar 11). Namun, penangkapan ikan secara ilegal,

tidak dilaporkan dan tidak diatur (IUU, *Illegal Unreported Unregulated fishing*) merupakan ancaman utama kelestarian sumberdaya pangan dari laut (Rahardjo 2013) (Gambar 12).

Faktor-faktor penyebab terjadinya illegal fishing di perairan Indonesia tidak terlepas dari lingkungan strategis global terutama kondisi perikanan di negara tetangga yang memiliki perbatasan laut, dan sistem pengelolaan perikanan di Indonesia itu sendiri. Secara garis besar penyebab tersebut dapat dikategorikan menjadi tujuh faktor, yaitu: (i) Kebutuhan ikan dunia meningkat, sementara pasokan ikan dunia menurun, terjadi *overdemand* terutama jenis ikan laut tertentu seperti tuna. Hal ini mendorong armada perikanan dunia berburu ikan dimanapun dengan cara legal atau illegal. (ii) Disparitas harga ikan segar utuh di negara lain dibandingkan di Indonesia cukup tinggi. (iii) *Fishing ground* di negara-negara lain sudah mulai habis, sementara di Indonesia masih menjanjikan, padahal mereka harus mempertahankan pasokan ikan untuk konsumsi mereka dan harus mempertahankan produksi pengolahan di negaranya. (iv) Laut Indonesia sangat luas dan terbuka, di sisi lain kemampuan pengawasan masih sangat terbatas. (v) Sistem pengelolaan perikanan dalam bentuk sistem perizinan bersifat terbuka, pembatasannya hanya terbatas pada alat tangkap, sehingga kurang cocok jika dihadapkan pada kondisi faktual geografi Indonesia, khususnya ZEE Indonesia yang berbatasan dengan laut lepas. (vi) Masih terbatasnya jumlah sarana dan prasarana pengawasan serta SDM pengawasan. (vii) Persepsi dan kerjasama aparat penegak hukum dalam penanganan perkara tindak pidana perikanan masih belum solid, terutama dalam hal pemahaman tindakan hukum dan komitmen operasi kapal pengawas di ZEE (Rahardjo 2013).

Kegiatan IUU Fishing di Indonesia telah mengakibatkan kerugian yang besar bagi Indonesia. *Overfishing, overcapacity*, ancaman terhadap kelestarian sumberdaya ikan, iklim usaha perikanan yang tidak kondusif, melemahnya daya saing perusahaan dan termarjinalkannya nelayan merupakan dampak nyata dari kegiatan IUU fishing. Kerugian lain yang tidak dapat di nilai secara materil namun sangat terkait dengan harga diri bangsa, adalah rusaknya citra Indonesia pada kancah International karena dianggap tidak mampu untuk mengelola perikananannya dengan baik (Wagey et al. 2009).

Di samping itu, terdapat permasalahan lain dalam pengelolaan sumber daya hayati laut, antara lain: (i) Penggunaan jaring yang melanggar aturan, (ii) Pemandahan muatan di tengah laut secara ilegal, karena volume muatan tidak tercatat di pelabuhan dan sebagai akibatnya tidak dikenai pajak. (iii) Perburuan satwa laut yang dilindungi, dimana di Indonesia terjadi pembunuhan hiu terbesar di dunia, meskipun hal ini bertentangan dengan peraturan. Sebanyak 73 juta hiu dibunuh setiap tahun hanya untuk siripnya. Ratusan ribu ton hiu ditangkap oleh 7 negara saja. Importir sirip hiu utama adalah Hong Kong dan Cina (Save Our Seas 2013) (Gambar 13). Meskipun telah dibuat undang-undang perlindungan dan kawasan-kawasan konservasi laut, perlu dilakukan lebih banyak upaya untuk menghentikan pembantaian hiu.



Gambar 11. Lautan Indonesia adalah sumber pangan rakyat Indonesia dan negara-negara tetangga, di Asia Tenggara dan Asia Timur (WWF 2012).



Gambar 12. A. Negara asal kapal-kapal pencuri ikan di Indonesia, terutama dari Cina dan Thailand dengan tujuan utama Laut Arafura. B. Kerapatan kapal pencari ikan di Laut Arafura berdasarkan hasil pantauan Satelit Radarsat Periode 27 September - 8 Desember 2003, dimana mayoritas melanggar aturan (IUU) (Rahardjo 2013).



Gambar 13. Pembunuhan ikan hiu paling banyak di dunia terjadi di Indonesia (Save Our Seas 2013).

PENUTUP

Keanekaragaman hayati adalah kehidupan umat manusia. Jika keanekaragaman hayati punah dengan laju pada saat ini maka dalam waktu dekat, kelangsungan hidup manusia akan terancam. Jadi, adalah tugas moral kita untuk melestarikan keanekaragaman hayati serta lingkungan. Perlindungan jangka panjang spesies dan manajemennya memerlukan upaya kerjasama di seluruh lanskap. Keanekaragaman hayati harus ditangani di skala habitat atau ekosistem daripada di tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlenius H. 2007. Last Stand of the Orangutan, Rapid Response Assessment. UNEP/GRID-Arendal
- BEC [Broad Economic Category]. 2013. Laporan Ompor Berdasarkan Katagori Ekonomi (Barang Konsumsi, Bahan Baku dan Barang modal. Pusat Data dan Informasi, Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Behera RC, Das DK. 2008. Environmental Science: Principles and Practice. Kindle edition, PHI, New Delhi.
- Broich M, Hansen M C, Potapov P, Adusei B, Lindquist E J and Stehman S V. 2011a. Time-series analysis of multi-resolution optical imagery for quantifying forest cover loss in Sumatera and Kalimantan, Indonesia. *Int J Appl Earth Observ Geoinform* 13 277-291.
- Broich M, Hansen M, Stolle F, Potapov P, Margono BA, Adusei B. 2011b. Remotely sensed forest cover loss shows high spatial and temporal variation across Sumatera and Kalimantan, Indonesia 2000–2008. *Environ Res Lett* 6 (1): 014010. doi:10.1088/1748-9326/6/1/014010
- Cahyanto SS, Bonifasius SP, Muktaman A. 2012. Penguatan kearifan lokal sebagai solusi permasalahan ketahanan pangan nasional. *Prosiding the 4th International Conference on Indonesian Studies: Unity, Diveristy, dan Future*. Bali, 9-10 Februari 2012. Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia, Depok..
- CI. 1997. Megadiversity. Conservation International, New York.
- CI. 1999. Hotspots. Conservation International, New York.
- CI. 2002. Wilderness. Conservation International, New York.
- Darlington M. 2011. Infographic: Top 20 countries with most endangered species. MNN Holding Co. <http://www.mnn.com/earth-matters/animals/stories/infographic-top-20-countries-with-most-endangered-species> [29 November 2014].
- de Groot R, Fisher B, Christie M. 2010. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*, Geneva, Switzerland.
- FAO. 2013. Genetic resources for food and agriculture. <http://www.fao.org/nr/cgrfa/en/>
- Fitzherbert EB, Struebig MJ, Morel A, Danielsen F, Brühl CA, Donald PF, Phalanemail B. 2008. Review: How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends Ecol Evol* 23 (10): 538–545.
- Gorenflo LJ, Romaine S, Mittermeier RA, Walker-Painemilla K. 2012. Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. *Proc Natl Acad Sci USA* 109 (21): 8032–8037.
- Hansen MC, Stehman SV, Potapov PV, Arunarwati B, Stolle F, Pittman K. 2009. Quantifying changes in the rates of forest clearing in Indonesia from 1990 to 2005 using remotely sensed data sets. *Environ Res Lett* 4 (3): 034001. doi:10.1088/1748-9326/4/3/034001

- Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, da Fonseca GAB, Seligmann PA, Ford H. 2005. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Conservation International, New York.
- NGM [National Geographic Magazine]. 2011. Our Dwindling Food Variety. <http://ngm.nationalgeographic.com/2011/07/food-ark/food-variety-graphic> [29 November 2014]
- Ocean Conservancy. 2012. International Clean-Up events in 2011. oceanconservancy.org/2012data [28 November 2014].
- Rahardjo P. 2013. Analisis nilai kerugian akibat illegal fishing di Laut Arafura Tahun 2001-2013. Workshop on Parameters and Indicators of Habitats to be Expressed in Map of Trawl Fishing Gear Management in Arafura Sea. Ditjen. Perikanan Tangkap & Food Agriculture Organization (FAO). Royal Hotel Bogor 19 -22 Maret 2013.
- Rainforest Rescue. 2013. Palm Oil: Facts about palm oil and rainforests. Rainforest Rescue, Hamburg.
- Roberts, CM, McClean CJ, Veron JEN, Hawkins JP, Allen GR, McAllister DE, Mittermeier CG, Schueler FW, Spalding M, Wells F, Vynne C, Werner TB. 2002. Marine biodiversity hotspots and conservation priorities for tropical coral reefs. *Science* 292: 1280-1284.
- Rossi M. 2012. The Battle for Biodiversity. <http://micrografik.com/biodiversity.html> [29 November 2014].
- Save Our Seas. 2013. How many sharks are caught each year? Save Our Seas Foundation. http://saveourseas.com/articles/how_many_sharks_are_caught_each_year [30 November 2013].
- Schroeder L. 2011. Global Biodiversity. East Africa, ENVS 220, Map. <https://ds.lclark.edu/sge/2011/09/28/global-biodiversity/> [30 November 2014].
- Soekarno. 1952. Soal Hidup atau Mati. Pidato Presiden Republik Indonesia pada peletakan batu pertama Gedung Fakultas Pertanian, IPB, Bogor, 27 April 1952. [Diterbitkan ulang pada Almanak Pertanian, 1953, hal. 11-12]
- Thiessen T. 2012. Borneo: Sabah - Brunei - Sarawak. 2nd ed. Bradt Travel Guides, London.
- TNC. 2008. Coral triangle facts, figures and calculations: Part II: Patterns of Biodiversity and Endemism. The Nature Conservancy, Arlington, VA.
- Tribunnews.com. Sabtu, 29 November 2014. Jokowi Malu Ditawari Beras Impor oleh Presiden Vietnam
- UNEP-WCMC, WorldFish Centre, WRI, TNC. 2010. Global distribution of warm-water coral reefs, compiled from multiple sources including the Millennium Coral Reef Mapping Project.
- Van Paddenburg A, Bassi A, Buter E, Cosslett C, Dean A. 2012. The Heart of Borneo: Investing in Nature for a Green Economy. WWF Heart of Borneo Global Initiative, Jakarta.
- Veron JEN. 2000. Corals of the World. (3 volumes). Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland.
- Wagey GA, Nurhakim S, Nikijuluw VPH, Badrudin, Pitcher TJ. 2009. A Study of Illegal, Unreported and Unregulated (IUU) Fishing in the Arafura Sea, Indonesia. Research Center for Capture Fisheries, Agency of Marine and Fisheries Research, Jakarta.
- Wahid MB, Akmar-Abdullah SN, Henson IE. 2005. Oil palm-achievements and potential. *Plant Prod Sci* 8: 288-297.
- WWF. 2012. Living Planet Report 2012. WWF, The Netherlands.

Pemanfaatan plasma nutfah padi (*Oryza sativa*) untuk perbaikan sifat padi gogo

Utilization of rice (*Oryza sativa*) germplasm for upland rice improvement

ARIS HAIRMANSIS[✉], SUPARTOPO, YULLIANIDA, SUNARYO, WARSONO, SUKIRMAN, SUWARNO

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jalan Raya 9, Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel.: +62-260-520157. Fax +62-260-520158. ✉email: a.hairmansis@gmail.com

Manuskrip diterima: 4 Desember 2014. Revisi disetujui: 14 Januari 2015.

Abstrak. Hairmansis A, Supartopo, Yullianida, Sunaryo, Warsono, Sukirman, Suwarno. 2015. Pemanfaatan plasma nutfah padi (*Oryza sativa*) untuk perbaikan sifat padi gogo. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 14-18*. Usaha pertanian padi gogo yang mencakup luasan produksi sekitar 1.15 juta ha merupakan penyangga penting ketahanan pangan nasional. Namun demikian peningkatan produksi padi di lahan kering terhambat oleh berbagai cekaman lingkungan baik berupa cekaman biotik maupun abiotik. Untuk mendukung keberlanjutan produksi padi di lahan tersebut sekaligus mendukung peningkatan produksi beras nasional dibutuhkan varietas unggul yang adaptif dengan kondisi lingkungan di lahan tersebut. Program pemuliaan padi gogo bertujuan untuk merakit varietas unggul padi gogo yang memiliki potensi hasil tinggi dan adaptif terhadap berbagai cekaman lingkungan dengan memanfaatkan biodiversitas dalam *gene pool* padi khususnya dari kelompok *Oryza sativa*. Tahap awal dalam perakitan varietas padi gogo adalah persilangan untuk menggabungkan sifat-sifat yang diinginkan ke dalam satu populasi pemuliaan. Persilangan dilakukan dengan metode silang tunggal, silang puncak, silang ganda dan silang balik. Populasi hasil persilangan selanjutnya menjadi bahan seleksi berbagai sifat penting untuk padi gogo dengan metode bastar populasi dan metode pedigree. Dengan memanfaatkan biodiversitas plasma nutfah pada tahun 2014 telah diperoleh beragam populasi baru hasil persilangan untuk perbaikan sifat padi gogo. Populasi tersebut menjadi materi genetik yang sangat berharga untuk dilanjutkan dalam program seleksi untuk mendapatkan varietas unggul baru padi gogo.

Kata kunci: Biodiversitas, padi gogo, persilangan, seleksi

Abstract. Hairmansis A, Supartopo, Yullianida, Sunaryo, Warsono, Sukirman, Suwarno. 2015. Utilization of rice (*Oryza sativa*) germplasm for upland rice improvement. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 14-18*. Upland rice cultivation in Indonesia covers about 1.15 million hectare areas and has significant contribution in national food security. However, rice production in upland areas is constrained by several biotic and abiotic stresses. High-yielding rice varieties which adapt to the upland condition are needed to maintain yield stability in upland areas contributing the increase in national rice production. Upland rice breeding programs are aimed to develop high-yielding varieties which are tolerant to the adverse environment in upland areas. To achieve the goal, the breeding programs utilize a diversity of rice gene pool mainly from *Oryza sativa* species. One of the initial steps in upland rice breeding program is hybridization to combine desirable traits into one breeding population. A number of crossing methods are used in the hybridization including single cross, top cross, double cross and backcross. The hybridization in 2014 from a diverse germplasm collection resulted in a number of potential new upland rice breeding populations. The breeding populations are potential resources to further development of new high-yielding upland rice.

Keywords: Biodiversity, upland rice, crossing, selection

PENDAHULUAN

Pada tahun 2013 produksi padi di lahan kering menyumbang sekitar 5% produksi padi nasional (Kementrian Pertanian 2013). Luas pertanaman padi gogo di Indonesia mencapai 1.15 juta ha per tahun dengan produktivitas sebesar 3.35 ton/ha yang berarti masih jauh dibawah produktivitas padi sawah yang mencapai 5.14 t/ha. Produktivitas padi gogo yang rendah utamanya disebabkan berbagai cekaman lingkungan baik biotik maupun abiotik (Lubis et al. 1993)

Kendala utama dalam usaha produksi padi di lahan kering khususnya di wilayah yang beriklim basah adalah penyakit blas (Cruz et al. 2009; Suwarno et al. 2009).

Penyakit blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia grisea* dapat menyerang padi gogo pada fase vegetative maupun fase generative. Serangan penyakit blas pada fase generative atau yang sering disebut dengan blas leher dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan bahkan dapat berdampak puso. Sementara kendala abiotik utama yang sering terjadi di lahan kering antara lain kekeringan, keracunan aluminium, defisiensi unsur hara dan naungan (Lubis et al. 1993; Lubis et al 2008).

Sampai saat ini varietas unggul masih menjadi komponen teknologi utama dalam usaha peningkatan produksi padi di lahan kering. Beberapa karakter utama yang menjadi sasaran perbaikan varietas padi untuk lahan kering antara lain hasil tinggi, ketahanan terhadap penyakit

blas, toleransi terhadap cekaman kekeringan, keracunan aluminium, dan kualitas beras dan nasi (Lubis et al. 2008; Cruz et al. 2009; Suwarno et al. 2009). Perbaikan sifat-sifat tersebut dilakukan dengan menggabungkan sifat-sifat unggul dari beragam plasma nutfah dan menyeleksi turunannya. Plasma nutfah yang digunakan dapat berasal dari dalam *gene pool* padi seperti varietas unggul yang sudah ada, varietas lokal, dan padi liar (Silitonga 2004, Suhartini 2010) atau dapat juga berasal dari luar *gene pool* padi melalui teknologi rekayasa genetika (Amirhusin, 2004, Mulyaningsih et al. 2010). Sejumlah varietas unggul padi gogo telah dilepas di Indonesia dengan berbagai keunggulan (Suprihatno et al. 2010). Namun demikian dinamika perubahan lingkungan baik biotik maupun abiotik menuntut adanya perbaikan varietas yang berkelanjutan untuk mempertahankan stabilitas produksi padi gogo di masa mendatang. Tujuan penelitian ini adalah untuk membentuk populasi dasar pemuliaan padi gogo melalui hibridisasi untuk mengumpulkan sifat-sifat baik dari berbagai sumber genetik plasma nutfah padi yang selanjutnya akan digunakan sebagai bahan seleksi.

BAHAN DAN METODE

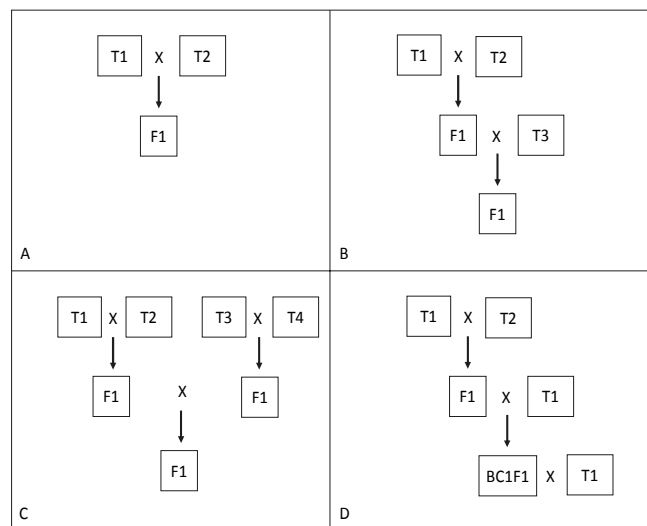
Plasma nutfah padi yang digunakan sebagai tetua dalam persilangan perbaikan sifat padi gogo terdiri atas varietas lokal, varietas unggul dan galur-galur elit padi gogo (Tabel 1). Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Muara, Bogor, Jawa Barat dari bulan Februari sampai dengan Juli 2014.

Persilangan antar varietas padi dilakukan dengan metode yang telah baku digunakan dalam pemuliaan padi (Supartopo, 2006). Metode persilangan yang digunakan meliputi silang tunggal, silang puncak, silang ganda dan silang balik (Jennings et al. 1979). Skema masing-masing persilangan ditunjukkan pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hibridisasi dilakukan antar beragam plasma nutfah padi untuk perbaikan berbagai sifat yang dibutuhkan oleh tanaman padi untuk beradaptasi dengan baik di lahan kering. Sebagian besar tujuan persilangan adalah untuk

perbaikan ketahanan terhadap penyakit blas karena penyakit blas menjadi kendala utama dalam budidaya padi gogo (Suwarno et al. 2009). Keragaman yang tinggi dalam ketahanan terhadap penyakit blas dalam varietas unggul sangat penting dalam pengendalian penyakit blas karena variabilitas penyakit ini yang sangat tinggi dan strain jamur penyebab penyakit blas juga sangat mudah berubah (Santoso et al. 2007; Suwarno et al. 2009). Sifat penting lain yang harus dimasukkan ke dalam populasi pemuliaan padi gogo adalah toleransi terhadap aluminium dan kekeringan karena kedua cekaman tersebut hampir dapat ditemui di semua lahan kering. Sementara kendala abiotik lainnya seperti naungan dan suhu rendah lebih bersifat spesifik lokasi. Naungan menjadi kendala jika padi dibudidayakan secara tumpangsari dengan tanaman tahunan (Sasmita, 2008) seperti karet, jati dan kelapa dalam. Toleran suhu rendah dibutuhkan jika padi dibudidayakan di lahan kering di dataran tinggi (Shrestha et al. 2012).



Gambar 1. Skema beberapa metode persilangan untuk mengumpulkan sifat-sifat penting padi. A. Silang tunggal. B. Silang puncak. C. Silang ganda. D. Silang balik

Tabel 1. Plasma nutfah padi yang digunakan sebagai sumber genetik berbagai sifat penting untuk perbaikan padi gogo

Sifat penting	Plasma nutfah
Toleran kekeringan	Salumpikit, Inpago LIPIGO 1, Inpago LIPIGO 2, Inpago LIPIGO 4, B11593F-MR-48, Ramces, Selegreng, Dular, Gajah Mungkur, Tarajo, Kainat, NERICA 4
Toleran keracunan Al	IR60080-23, ITA131, B11923F-MR-35-5, B11604E-TB-2-10-10, B12154D-MR-22-8, B12838E-TB-9-11, B11423G-MR-1, B12497E-MR-45, Batutugi, Danau Gaung, Grogol
Toleran naungan	B11604E-MR-2-4, B12165D-MR-8-6, B12151D-MR-53, Jatiluhur, C22, Seratus Malam, IR26
Toleran suhu rendah	Sigambiri Merah, Sigambiri Putih, Srintil, Padi Mandailing, Sarinah
Tahan blas	Klemas, Asahan, Gampai, Cenggong, Progol, IRBLta2, IRBLkp60, IRBL6
Mutu beras baik	HSPR, Basmati, Siam Mutiara, Siam Rukut, Siam Saba
Aromatik	Sintanur, Pandawangi, Mentik Wangi
Ketan	Lusi, Ciasem, TDK 1-Sub1-MR-1-2
Beras merah	Inpago 7
Potensi hasil tinggi	Inpago 4, Inpago 8, Memberamo, Cimelati, Fatmawati, Gilirang, Nadimpu Lubuk Raya
Vigor	Ciherang, Mekongga, Logawa

Persilangan antar plasma nutfah padi dilakukan dengan metode silang tunggal (Tabel 2), silang puncak (Tabel 3), silang ganda (Tabel 4) dan silang balik (Tabel 5). Sebanyak 32 kombinasi persilangan diperoleh dengan metode silang tunggal untuk perbaikan potensi hasil, mutu beras, ketahanan terhadap keracunan aluminium, blas dan cekaman biotik dan abiotik yang lain (Tabel 2). Metode silang tunggal melibatkan dua tetua dalam satu persilangan. Dalam penelitian ini beberapa varietas lokal seperti Tarajo, Sigambiri Merah, Sigambiri Putih, Srintil dan Mentik Urang digunakan sebagai sumber sifat penting untuk perbaikan sifat padi gogo. Varietas-varietas tersebut dijadikan sebagai tetua betina untuk memperluas variasi sitoplasma populasi yang baru (Jennings et al. 1979).

Melalui metode silang puncak dan silang ganda diperoleh masing-masing 9 dan 44 kombinasi persilangan baru (Tabel 3 dan 4). Metode silang puncak digunakan untuk mengumpulkan berbagai sifat penting yang tidak tersedia hanya pada dua tetua sehingga diperlukan tetua ketiga. Demikian juga silang ganda digunakan jika ingin mengumpulkan banyak sifat penting sekaligus yang tidak mungkin diperoleh hanya dari dua atau tiga tetua. Penggunaan metode silang puncak dan silang ganda juga dapat membantu menghasilkan segregan yang lebih baik jika terdapat tetua yang memiliki daya gabung yang rendah (Jennings et al. 1979).

Hasil dari persilangan dengan metode silang balik diperoleh 10 kombinasi (Tabel 5). Penggunaan silang balik terutama untuk memindahkan sifat unggul dari salah satu tetua (*donor parent*) dengan dengan tetap mempertahankan sebagian besar sifat tetua yang lain (*recurrent parent*). Metode persilangan ini juga dapat digunakan untuk meminimalkan pengaruh merugikan tetua yang memiliki daya gabung yang rendah (Jennings et al. 1979).

Benih F1 hasil persilangan yang diperoleh dari penelitian ini akan ditanam pada musim berikutnya. Kombinasi persilangan hasil silang tunggal pada musim berikutnya dapat dijadikan sebagai bahan untuk membuat populasi baru melalui silang puncak atau silang ganda. Penelitian lanjutan juga perlu dilakukan untuk menyeleksi segregan hasil persilangan yang telah diperoleh mulai dari generasi F2 sampai generasi lanjut. Seleksi dapat dilakukan dengan metode bastar populasi (*bulk*) dan pedigree (Jennings et al. 1979; Singh et al. 2010).

Keragaman koleksi plasma nutfah padi merupakan modal utama dalam perakitan varietas padi gogo. Persilangan beragam plasma nutfah menjadi kegiatan awal yang berperan penting untuk menggabungkan sifat-sifat penting dari berbagai plasma nutfah ke dalam satu populasi. Dari hasil persilangan pada tahun 2014 diperoleh beragam populasi baru untuk perbaikan sifat padi gogo yang selanjutnya melalui proses seleksi dapat menjadi calon varietas unggul baru padi gogo.

Tabel 2. Hasil persilangan untuk perbaikan padi gogo dengan metode silang tunggal

Persilangan	Tujuan
Tarajo/Siam Kupang	Bermutu beras baik
Tarajo/Inpago 4	Tahan blas, bermutu beras baik
Tarajo/Batutugi	Hasil tinggi, blas
Tarajo/B12497E-MR-45	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/B12838E-TB-9-11	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/Asahan	Tanaman pendek, blas
Tarajo/B12838E-TB-9-11	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/B11604E-MR-2-4	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/B11593F-MR-48	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/Batutugi	Hasil Tinggi, tahan blas
Tarajo/B12151D-MR-53	Tanaman pendek, toleran naungan
Tarajo/Inpago 8	Tahan blas, mutu beras baik
Tarajo/IR60080-23	Tanaman pendek, toleran Al
Tarajo/IRBLta2	Tanaman pendek, blas
Tarajo/B12497E-MR-45	Tanaman pendek, toleran Al
Jatiluhur/Cisantana	Toleran naungan, tahan wereng batang coklat (WBC), mutu beras
Jatiluhur/Ciherang	Toleran naungan, Mutu beras
Jatiluhur/Angke	Toleran naungan, tahan hawar daun bakteri (HDB)
Jatiluhur/Kainat	Toleran naungan, kekeringan
Jatiluhur/Nerica	Toleran naungan, kekeringan
Jatiluhur/Memberamo	Toleran naungan, WBC
Sarinah/Angke	Dataran tinggi, HDB
Sarinah/Tukad Unda	Dataran tinggi, tahan tungro (RTV)
Sarinah/Cisantana	Dataran tinggi, WBC
Sigambiri Merah/Memberamo	Dataran tinggi, WBC
Sigambiri Merah/B12838E-TB-9-1	Dataran tinggi, toleran Al
Sigambiri Putih/Batutugi	Dataran tinggi, tahan blas
Sigambiri Putih/Memberamo	Dataran tinggi, WBC
Srintil/Memberamo	Dataran tinggi, WBC
Sarinah/Cisantana	Dataran tinggi, WBC
Mentik Urang/B12838E-TB-9-11	Aromatik, toleran Al
Mentik Urang/B12165D-MR-8-6	Aromatik, toleran naungan

Tabel 3. Hasil persilangan untuk perbaikan padi gogo dengan metode silang puncak

Persilangan	Tujuan
Situpatenggang // F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Aromatik, genjah
Situpatenggang // F1(Inpago 8/ IR71718-59-1-2-3)	Aromatik, Tahan blas
Limboto /// F1(IR71718-59-1-23/Siam kayuagung//B11423G-MR-1)	Tahan blas, toleran Al, mutu beras
Limboto // F1(Inpago 8/ B12825E-TB-1-25)	Tahan blas, toleran Al, mutu beras
Limboto // F1(Inpago 8 / IR71718-59-1-2-3)	Tahan blas, toleran Al, mutu beras
F1(Inpago 9/B11592F-MR-16-1-5-4) //Mekongga	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1 (Inpago 9/ TB490C-TB-1-2-1-MR-29) //Mekongga	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1(Inpago 9 / B11910F-TB-1-6)//Mekongga	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1(Sigambiri Merah/ B12838E-TB-9-5)//B12838e-TB-9-11	Dataran tinggi, genjah

Tabel 4. Hasil persilangan untuk perbaikan padi gogo dengan metode silang ganda

Persilangan	Tujuan
Ciherang ///F1(Sigambiri Merah/B12476E-MR-12//B12154D-MR-10/B11423G-MR-1///B12825E-TB-2-13-6/B13638E-TB-3)	Dataran tinggi, toleran Al
Ciherang // F1(B14232F-MR-1/B13626G-TB-6)	Mutu beras baik, toleran Al
Ciherang // F1(Sigambiri Merah/B12838E-TB-9-5)	Dataran tinggi, genjah
Ciherang /// F1(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Toleran Al, mutu beras
Tarajo// F1(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-1)	Pendek, toleran Al
Tarajo// F1(B111430-MR-1/B12497E-MR-45)	Pendek, hasil tinggi
Tarajo// F1(B111430-MR-1/B12497E-MR-45)	Pendek, hasil tinggi
Tarajo// F1(IR71718-59-1-23/Siam kayuagung//B11423G-MR-2)	Gogo rancah (gora)
F1(B14144F-MR-1/B13654E-TB-91)//F1(B14144F-MR-1/B13650E-TB-36)	Genjah
F1(B14144F-MR-1/B14086D-TB-55)//F1(B12825E-TB-2-13-5/B13626G-TB-6)	Genjah
F1(B14145F-MR-1/B13657E-TB-30)//Limboto	Tahan blas, pulen
F1(B14086D-TB-73/B14086D-TB-55)//Limboto	Tahan blas, pulen
F1(Inpago 9 / IR71718-59-1-2-3)///(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1(Inpago 9 / IR71718-59-1-2-3)///F1(IR71718-59-1-23/B11423G-MR-2//IR71718-59-23)	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1(Inpago 9/IR71718-59-1-2-3)/// F1(B14264E /IR71718-59-1-2-3)	Tahan blas, hasil tinggi, gora
F1(Inpago 9/B11592F-MR-16-1-5-4)//F1(B14144F-MR-1/B13650E-TB-36)	Tahan blas, toleran Al, pulen
F1(Padi Ladang//B14168F/Inpari 13)/// F1(B111430-MR-1/B12497E-MR-45)	Dataran tinggi, genjah
F1(Inpago 9 / B11910F-TB-1-6)//F1(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, hasil tinggi
F1(Inpago 9/B11910F-TB-1-6)///F1(Sigambiri Merah/B12476E-MR-12//B12154D-MR-10/B11423G-MR-1///B12825E-TB-2-13-6/B13638E-TB-3)	Dataran tinggi, genjah
F1(Latip/IR71718-59-1-2-3)// F1(Inpago 9/ B12825E-TB-1-25)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1(Latip/IR71718-59-1-2-3)// F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1.122 (Latip/IR71718-59-1-2-3) /// F1.154 (IR71718-59-1-23/B11423G-MR-2//IR71718-59-1-2-3)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1(Inpago 7/ B12838E-TB-9-5) // F1(Inpago 9/ B12825E-TB-1-25)	Tahan blas, beras merah
F1(Inpago 7/ B12838E-TB-9-5) // F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Tahan blas, beras merah
F1(Inpago 7/ B12151D-MR-53) /// F1(IR71718-59-1-23/ Siam kayuagung//B11423G-MR-2)	Toleran naungan, Tahan blas
F1(Inpago 7/ TB401-TB-21-11) ///F1(TB401-TB-21-11/B12825E-TB-1-25//B12825E-TB-1-25)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1(B13654G-MR-3/ Jatiluhur) /// F1(TB401-TB-21-11/B12825E-TB-1-25//B12825E-TB-1-25)	Toleran naungan, genjah
F1(Batutugi/IR71718-59-1-2-3) /// F1(IR71718-59-1-23/Siam kayuagung//B11423G-MR-2)	Hasil tinggi, genjah
F1(Batutugi/Ramces) /// F1(B12825E-TB-2-13-5/B13626G-TB-6)	Hasil tinggi, genjah
F1(Inpago 8/B12825E-TB-1-25)///F1(IR71718-59-1-23/Siam kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1(Inpago 7/Sigambiri Putih)// F1(Inpago 8/ B12825E-TB-1-25)	Dataran tinggi, tahan blas, genjah
F1(Inpago 7/Sigambiri Putih)// F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Dataran tinggi, tahan blas, genjah
F1(Inpago 7/Sigambiri Putih) // F1(B12825E-TB-2-14-12/B13654E-TB-20)	Dataran Tinggi, tahan blas
F1(B14264E/B14083F-MR-1)//F1(B14264E/IR71718-59-1-2-3)	Hasil tinggi, genjah
F1(Inpago 7/ TB401-TB-21-11) ///F1(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, genjah, hasil tinggi
F1(Inpago 7/ B11592F-MR-16-1-5-1) ///F1(IR71718-59-1-2-3/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, toleran Al, genjah, hasil tinggi
F1(Inpago 7/ B11592F-MR-16-1-5-1) ///F1(B14264/IR71718-59-1-2-3)	Tahan blas, toleran Al, genjah, hasil tinggi
F1(Inpago 7/B11592F-MR-16-1-5-1) /// F1(Inpago 8/B12825E-TB-1-25)	Tahan blas, toleran Al, hasil tinggi
F1(Inpago 7/ B11592F-MR-16-1-5-1) // F1(Code/Ciapus)	Tahan blas, toleran Al, HDB, WBC
F1(Inpago 7/B12497C-MR-31-1) // F1(B14086D-TB-73/B13650E-TB-36)	Tahan blas, toleran Al, gora
F1(Inpago 7/B12497C-MR-31-1) // F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Tahan blas, toleran Al, gora
F1(Inpago 7/Ciapus) / F1 (Gadek/Ciapus)	Tahan blas, WBC, gora
F1(Inpago 7/Ciapus) / F1(IR71718-59-1-23/Siam Kayuagung//B11423G-MR-2)	Tahan blas, WBC, gora
F1(Inpago 7/Ciapus) / F1(Inpari 13/IR87706-215-B-B-B)	Tahan blas, WBC, gora

Tabel 5. Hasil persilangan untuk perbaikan padi gogo dengan metode silang balik

Persilangan	Tujuan
F1 (Srintil/IR83140-B-11-B) //Srintil	Dataran tinggi, genjah
F1(Batutugi/ IR71718-59-1-2-3)//Batutugi	Hasil tinggi, genjah
F1(B13654G-MR-3/ Jatiluhur)//Jatiluhur	Toleran naungan, hasil tinggi
F1(Batutugi/IR71718-59-1-2-3)//Batutugi	Hasil tinggi, genjah
F1(Batutugi/ B12825E-TB-2-14)//Batutugi	Tahan blas, pendek, genjah
F1(Inpago 8/ B12825E-TB-1-25)//Inpago 8	Blas, pendek, genjah
F1(Latip/Ciapus)//Ciapus	Blas, WBC
F1(Inpago 7 / B12151D-MR-53)//Inpago 7	Toleran naungan, blas
F1(Inpago 7 / B12151D-MR-53)//B12151D-MR-53	Toleran naungan, blas
F1(Inpago 7/ B11423G-MR-2)//Inpago 7	Toleran AI, genjah, tahan blas

DAFTAR PUSTAKA

- Amirhusin B. 2004. Perakitan tanaman transgenic tahan hama. Jurnal Litbang Pertanian 23(1): 1-7
- Cruz CV, Castilla N, Suwarno S, Hondrade E, Hondrade R, Paris T, Elazegui F. 2009. Rice disease management in the uplands of Indonesia and the Philippines. In: Haefele SM, Ismail AM (eds) Natural resource management for poverty reduction and environmental sustainability in fragile rice-based systems. Limited Proceedings No 15. IRRI. Manila, Philippines. pp 10-18.
- Jennings PR, Coffman WR, Kaufman HE. 1979. Rice improvement. IRRI, Los Banos, the Philippines.
- Kementrian Pertanian 2013. Statistik Pertanian 2013. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Lubis E, Hermanasari R, Sunaryo, Santika A, Suparman E. 2008. Toleransi galur padi gogo terhadap cekaman abiotik. Dalam Suprihatno B, Darajat AA, Suharto H, Toha HM, Setyono A, Suprihanto, Yahya AS (eds) Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi Menunjang P2BN Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Lubis E, Harahap Z, Diredja M, Kustianto B. (1993). Perbaikan varietas padi gogo. Makalah disajikan dalam Simposium Tanaman Pangan III. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Mulyaningsih ES, Aswidinnoor H, Sopandie D, Ouwerkerk PBF, Loedin IHS. 2010. Transformasi padi indica kultivar Batutegi dan Kasalath dengan gen regulator HD-Zip untuk perakitan varietas toleran kekerangan. J Agron Indonesia 38 (1): 1-7
- Santoso, Nasution A, Toha HM, Suwarno. 2008. Diversifikasi kultivar padi untuk pengendalian penyakit blas. Dalam Suprihatno B, Darajat AA, Suharto H, Toha HM, Setyono A, Suprihanto, Yahya AS (eds) Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi Menunjang P2BN Buku 1. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Sasmita P. 2008. Skrining *ex situ* genotype padi gogo haploid ganda toleran intensitas cahaya rendah. Jurnal Agricultura 19 (1): 75-82
- Shresthaa S, Ascha F, Dusserreb J, Ramanantsoanirina A, Bruecka H. 2012. Climate effects on yield components as affected by genotypic responses to variable environmental conditions in upland rice systems at different altitudes. Field Crop Res 134: 216-228
- Silitonga TS. 2004. Pengelolaan dan pemanfaatan plasma nutfah padi di Indonesia. Buletin Plasma Nutfah 10 (2): 56-71
- Singh RK, Redoña E, Refuerzo L. 2010. Varietal improvement for abiotic stress tolerance in crop plants: Special reference to salinity in rice. In: Pareek A, Sopory SK, Bohnert HJ (eds) Abiotic Stress Adaptation in Plants. Springer Netherlands.
- Suhartini T. 2010. Keragaman karakter morfologis plasma nutfah spesies padi liar (*Oryza spp*). Buletin Plasma Nutfah 16 (1): 17-28
- Supartopo. 2006. Teknik persilangan padi (*Oryza sativa L.*) untuk perakitan varietas unggul baru. Buletin Teknik Pertanian 11(2): 76-80
- Suprihatno B, Darajat AA, Satoto, Baehaki SE, Suprihanto, Setyono A, Indrasari SD, Wardana IP, Sembiring H. 2010. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- Suwarno, Lubis E, Hairmansis A, Santoso. 2009. Development of a package of 20 varieties for blast management on upland rice. In: Wang GL, Valent B (eds). Advances in Genetics, Genomics and Control of Rice Blast Disease. Springer Netherlands.

Observasi ketahanan varietas padi lokal terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*) di rumah kaca

Observation of local rice varieties resistance to blast disease (*Pyricularia grisea*) in the greenhouse

ANGGIANI NASUTION[✉], N. USYATI

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jalan Raya 9, Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel.: +62-260-520157. Fax +62-260-520158. ✉email: anggianina@gmail.com

Manuskrip diterima: 4 Desember 2014. Revisi disetujui: 14 Januari 2015.

Abstrak. Nasution A, Usyati N. 2015. Observasi ketahanan varietas lokal terhadap penyakit blas (*Pyricularia grisea*) di rumah kaca. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 19-22. Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai kekayaan berupa keanekaragaman plasma nutfah yang banyak. Plasma nutfah merupakan keanekaragaman genetik yang dimiliki oleh satu species tanaman. Pengembangan potensi plasma nutfah sangat diperlukan oleh karena itu untuk menggali informasi yang terkandung di dalam plasma nutfah tersebut perlu diadakan evaluasi sehingga dapat disaring genotipe-genotipe yang memberikan tanggapan yang positif terhadap cekaman baik biotik maupun abiotik. Penyakit blas (*Pyricularia grisea*) umumnya merupakan masalah utama pada lahan kering dalam usaha peningkatan produktivitas padi gogo. Penyakit blas dapat menyerang semua bagian tanaman padi dari persemaian, stadia vegetative, dan stadia generative dengan menyerang leher dan cabang malai. Pada varietas yang rentan dan kondisi lingkungan yang mendukung penyakit ini dapat menyebabkan petani gagal panen atau puso. Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang paling praktis dan ekonomis dalam pengendalian penyakit blas. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi ketahanan varietas lokal terhadap penyakit blas daun terhadap 4 ras blas. Penelitian dilaksanakan pada MT 2014 di rumah kaca KP Muara BB Padi. Materi genetik yang diuji sebanyak 61 varietas lokal berasal dari kelompok peneliti plasma nutfah dan varietas pembanding rentan yaitu Kencana Bali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas lokal yang diuji mempunyai keragaman ketahanan yang berbeda-beda sehingga menunjukkan respon yang bervariasi terhadap penyakit blas daun

Kata kunci: Plasma nutfah, varietas lokal padi, penyakit blas

Abstract. A Nasution, Usyati N. 2015. Observations of local rice variety resistance to blast disease (*Pyricularia grisea*) in the greenhouse. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 19-22. Indonesia is one country wealth of genetic diversity. Germplasm is genetic resources belongs to a particular species. Germplasm potential development is still necessary. For the development, basic information contained in the germplasm needs to be explored, as such, we will be able to filter genotypes that give positive responses to both biotic and abiotic stress. Blast disease (*Pyricularia grisea*) is generally a major problem on upland rice farm because it hampers rice productivity. Blast disease can infect any part of the rice plant, from seedbed, vegetative stage, to generative stage, by infesting the neck and panicle branches. With favoring environmental conditions, the disease can cause crop failure or puso on susceptible varieties. Use of resistant varieties is the most practical and economical to control of blast disease. The purpose of this research is to evaluate the resistance of local varieties to 4 races of leaf blast disease. The experiment was conducted in 2014 in the greenhouse of Muara experiment station. A total of 61 local varieties were tested for the disease susceptibility with variety Kencana Bali as the control. The results showed that local varieties tested showed various resistance, indicating varying responses to leaf blast disease.

Keywords: Germplasm, local varieties of rice, blast disease

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara yang mempunyai kekayaan berupa keanekaragaman plasma nutfah yang banyak. Plasma nutfah merupakan keanekaragaman genetik yang dimiliki oleh satu species tanaman. Pengembangan potensi plasma nutfah sangat diperlukan oleh karena itu untuk menggali informasi yang terkandung di dalam plasma nutfah tersebut perlu diadakan dievaluasi sehingga dapat disaring genotipe-genotipe yang

memberikan tanggapan yang positif terhadap cekaman baik biotik maupun abiotik (Sumarno 2002).

Hasil penelitian plasma nutfah varietas lokal Indonesia telah teridentifikasi varietas lokal yang memiliki ketahanan terhadap hama ganjur, bakteri hawar daun, hawar daun jingga, blas daun, blas leher, daun bergaris putih, wereng batang coklat, tungro, kekeringan, keracunan Al, keracunan Fe, salinitas, suhu rendah, dan naungan. Sifat-sifat unggul spesifik varietas lokal tersebut baru sebagian kecil yang telah dimanfaatkan sebagai donorgen dalam pemuliaan. Oleh karena itu dianjurkan, untuk para pemulia

untuk menggunakan varietas lokal yang tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik guna mendapatkan gen-gen unggul bersifat spesifik dan untuk memperluas latar belakang genetik varietas unggul yang akan dihasilkan

Penyakit blas (*Pyricularia grisea*) umumnya merupakan masalah utama pada lahan kering dalam usaha peningkatan produktivitas padi gogo. Penyakit blas dapat menyerang semua bagian tanaman padi dari persemaian, stadia vegetative, dan stadia generative dengan menyerang leher dan cabang malai. Pada varietas yang rentan dan kondisi lingkungan yang mendukung penyakit ini dapat menyebabkan petani gagal panen atau puso

Penggunaan varietas tahan dan aplikasi pestisida telah digunakan untuk pengendalian penyakit blas. Ketahanan varietas terhadap penyakit blas hanya beberapa tahun saja, contoh adalah varietas Cirata, yaitu varietas unggul nasional yang pada saat dilepas tahun 1997 merupakan varietas tahan blas, hanya mampu bertahan beberapa musim saja, intensitas serangan penyakit blas pada varietas Cirata dapat mencapai 61.21% (Sudir et al. 2000). Hal ini disebabkan oleh patahnya ketahanan yang dihadapkan pada tingginya keragaman genetik populasi patogen *P. grisea*. Cendawan ini dapat menginfeksi hampir semua bagian tanaman padi, yaitu daun, kolar daun, buku, leher malai, dan bulir padi (Song and Goodman, 2001).

Penelitian bertujuan untuk memperoleh informasi ketahanan varietas padi lokal sebagai sumber ketahanan terhadap penyakit blas. Informasi ketahanan dari suatu varietas tersebut sangat diperlukan untuk mengetahui gen-gen yang dimiliki sebagai sumber ketahanan yang dapat digunakan oleh para pemulia didalam merakit varietas yang tahan terhadap penyakit blas.

BAHAN DAN METODE

Percobaan akan dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan Muara, Bogor pada MT1 2014. Bahan yang diuji sebanyak 61 varietas lokal berasal dari kelompok peneliti pemuliaan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi), Sukamandi, Subang, Jawa Barat.

Setiap galur diuji ketahanannya dengan 4 ras blas yang virulensinya tinggi yaitu: ras 033, ras 073, ras 133, dan ras 173. Setiap galur yang diuji ditanam sebanyak 10 benih pada bak-bak plastik berukuran 20cm x 10cm x 10 cm yang telah berisi tanah. Media tanah tersebut sebelumnya telah diberi urea, TSP dan KCl masing-masing sebanyak 5 g, 1,3 g, 1,2 g untuk setiap 10 kg tanah. Inokulasi dilakukan pada saat tanaman berumur 18-21 hari setelah tanam, menggunakan suspensi spora dengan kerapatan spora 2×10^5 /ml. Tanaman yang telah diinokulasi dipindahkan ke kamar lembab selama 24 jam untuk diinkubasikan. Setelah itu tanaman dipindahkan dan dibiarkan dalam rumah kaca yang memiliki kelembaban >90% selama 7 hari. Setelah itu dilakukan penilaian ketahanan berdasarkan skala pengamatan SES, IRRI (2014) (Table 1).

Table 1. Skala pengamatan IRRI (2014)

Skala	Keterangan
0	Tidak ada gejala serangan
1	Terdapat bercak-bercak sebesar ujung jarum
2	Bercak nekrotik keabu-abuan, berbentuk bundar dan agak lonjong, panjang 1-2 mm dengan tepi coklat
3	Bercak khas blas, panjang 1-2 mm
4	luas daun terserang kurang dari 2% luas daun
5	Bercak khas blas luas daun terserang 2-10%
6	Bercak khas blas luas daun terserang 10-25%
7	Bercak khas blas luas daun terserang 26-50%
8	Bercak khas blas luas daun terserang 51-75%
9	Bercak khas blas luas daun terserang 76-100%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dari 61 varietas lokal yang diuji ketahanannya dengan 4 ras blas didapatkan, 20 varietas lokal yang memiliki ketahanan 1 ras blas dan 4 varietas lokal tahan terhadap 2 ras blas. Dari 61 varietas tersebut ada 16 varietas lokal yang tahan terhadap ras 033, 6 varietas lokal tahan terhadap ras 073, 5 varietas lokal tahan terhadap ras 133 dan 1 varietas lokal tahan terhadap ras 173, sisa bereaksi agak tahan (AT) dan rentan (R) (Tabel 2). Pada Gambar 1 ditunjukkan daun tanaman padi yang terserang oleh penyakit blas dan suspensi spora blas.



Gambar 1. A. Daun yang tanaman padi terserang oleh penyakit blas, dan B. Suspensi spora blas

Tabel 2. Reaksi ketahanan 61 galur padi lokal asal plasma nutfah terhadap 4ras blas (*Pyricularia grisea*) pengujian di rumah kaca Muara musim tanam 2014

No Akses	Nama akses	Reaksi <i>Pyricularia grisea</i>			
		Ras 033	Ras 073	Ras 133	Ras 173
1	8218 Cantik Lembayung	3 AT	5 R	7 R	7 R
2	8221 Mansur	3 AT	5 R	7 R	7 R
3	8224 Solbi	3 AT	3 AT	7 R	7 R
4	8233 Ciharang Malaysia	5 R	3 AT	5 R	7 R
5	8234 Sigambir Shonda	3 AT	5 R	3 AT	7 R
6	8770 Beras Hitam Melik	3 AT	5 R	3 AT	7 R
7	8771 Beras Hitam (Pari Ireng)	3 AT	5 R	3 AT	7 R
8	8772 Beras Hitam Bantul	1 T	3 AT	5 R	7 R
9	8773 Menta	3 AT	5 R	3 AT	7 R
10	8774 Padi Jawa	1 T	5 R	3 AT	7 R
11	78 Sibosur	3 AT	1 T	3 AT	1 T
12	Siremet	5 R	1 T	1 T	3 AT
13	Regol	1 T	3 AT	3 AT	3 AT
14	Cere Terong	3 AT	3 AT	1 T	5 R
15	Jedah Nangka	3 AT	3 AT	3 AT	3 AT
16	Lokcan	5 R	3 AT	5 R	3 AT
17	Bepak Bereum	5 R	5 R	1 T	5 R
18	Warneng	3 AT	1 T	3 AT	5 R
19	Bepak Bodas	1 T	3 AT	5 R	3 AT
20	Dimpit Terong	3 AT	3 AT	3 AT	3 AT
21	Ketan Lomah Hitam	3 AT	5 R	7 R	9 R
22	Ketan Lomak	1 T	3 AT	7 R	9 R
23	Padi 99	3 AT	3 AT	7 R	9 R
24	Cere Bereum	3 AT	5 R	7 R	9 R
25	Pare Emas	3 AT	5 R	7 R	9 R
26	Ketan Bayong (046)	3 AT	3 AT	7 R	9 R
27	Padi Merah	3 AT	3 AT	7 R	9 R
28	Waren (012)	5 R	3 AT	7 R	9 R
29	Ketan Hideung (047)	3 AT	3 AT	7 R	7 R
30	Padi Halaka	1 T	3 AT	7 R	7 R
31	Padi Sia (K3)	5 R	5 R	7 R	7 R
32	Padi Raki	1 T	3 AT	7 R	5 R
33	Pancasila (Beras merah)	3 AT	5 R	7 R	7 R
34	Karia	1 T	5 R	7 R	7 R
35	Kamba Bulili	3 AT	5 R	5 R	7 R
36	Padi Kamba Mete	1 T	5 R	5 R	7 R
37	Kamba Kalori	3 AT	5 R	7 R	7 R
38	Kamba Wuasa	1 T	5 R	7 R	7 R
39	Marlen (049)	1 T	5 R	7 R	5 R
40	Nemol (056)	3 AT	3 AT	7 R	5 R
41	Cireh Gudang (051)	1 T	5 R	3 AT	5 R
42	Kapundung (054)	3 AT	5 R	5 R	5 R
43	Ketan Hideung (052)	5 R	1 T	5 R	5 R
44	Tampai Bereum (057)	1 T	5 R	1 T	5 R
45	Sri Kuning (053)	3 AT	5 R	5 R	5 R
46	Batu Bara	3 AT	5 R	5 R	5 R
47	Jembar (Beras Putih)	3 AT	5 R	5 R	5 R
48	Padi Siarang	3 AT	5 R	5 R	5 R
49	Sri Agung	3 AT	5 R	5 R	5 R
50	Awan Kuning	5 R	5 R	5 R	5 R
51	Banih Kuning	5 R	5 R	5 R	5 R
52	Bayar Pahit	3 AT	3 AT	5 R	5 R
53	Belut	3 AT	1 T	5 R	3 AT
54	Betek	1 T	3 AT	5 R	7 R
55	Biduin	3 AT	3 AT	5 R	7 R
56	Bonai Tinggi	3 AT	1 T	3 AT	3 AT
57	Cempak Merah	3 AT	3 AT	5 R	3 AT
58	Cemurai	3 AT	3 AT	5 R	3 AT
59	Datu	3 AT	3 AT	3 AT	5 R
60	Garagai	1 T	3 AT	1 T	3 AT
61	Poe/Pulut Sawah	1 T	3 AT	3 AT	5 R

Keterangan: T=Tahan; AT=Agak Tahan; R=Rentan

Tabel 3. Varietas lokal yang mempunyai ketahanan 1 ras blas (*Pyricularia grisea*), pengujian di rumah kaca Muara musim tanam 2014.

No Akses	Nama akses	Reaksi <i>Pyricularia grisea</i>			
		Ras 033	Ras 073	Ras 133	Ras 173
1	8772 Beras Hitam Bantul	1 T	3 AT	5 R	7 R
2	8774 Padi Jawa	1 T	5 R	3 AT	7 R
3	Regol	1 T	3 AT	3 AT	3 AT
4	Cere Terong	3 AT	3 AT	1 T	5 R
5	Bepak Bereum	5 R	5 R	1 T	5 R
6	Warneng	3 AT	1 T	3 AT	5 R
7	Bepak Bodas	1 T	3 AT	5 R	3 AT
8	Ketan Lomak	1 T	3 AT	7 R	9 R
9	Padi Halaka	1 T	3 AT	7 R	7 R
10	Padi Raki	1 T	3 AT	7 R	5 R
11	Karia	1 T	5 R	7 R	7 R
12	Padi Kamba Mete	1 T	5 R	5 R	7 R
13	Kamba Wuasa	1 T	5 R	7 R	7 R
14	Marlen (049)	1 T	5 R	7 R	5 R
15	Cireh Gudang (051)	1 T	5 R	3 AT	5 R
16	Ketan Hideung (052)	5 R	1 T	5 R	5 R
17	Belut	3 AT	1 T	5 R	3 AT
18	Betek	1 T	3 AT	5 R	7 R
19	Bonai Tinggi	3 AT	1 T	3 AT	3 AT
20	Poe/Pulut Sawah	1 T	3 AT	3 AT	5 R

Keterangan: T=Tahan; AT=Agak Tahan; R=Rentan

Tabel 4. Varietas lokal yang mempunyai ketahanan 2 ras blas (*Pyricularia grisea*), pengujian di rumah kaca Muara musim tanam 2014

No Akses	Nama akses	Reaksi <i>Pyricularia grisea</i>			
		Ras 033	Ras 073	Ras 133	Ras 173
1	78 Sibosur	3 AT	1 T	3 AT	1 T
2	Siremet	5 R	1 T	1 T	3 AT
3	Tampai Bereum (057)	1 T	5 R	1 T	5 R
4	Garagai	1 T	3 AT	1 T	3 AT

Keterangan: T=Tahan; AT=Agak Tahan; R=Rentan

Tahan terhadap 1 ras blas ada 20 varietas lokal yang terdiri dari 14 varietas lokal tahan terhadap ras033 yaitu varietas Beras Hitam Bantul, Regol, Bepak Bodas, Ketan Lomak, Padi Halaka, Padi Raki, Karia, Padi Kamba Mete, Kamba Wuasa, Marlen (049), Cere Gudang (051), Betek, dan Poe/Pulut Sawah , 4 varietas lokal tahan terhadap ras 073 yaitu varietas Wameng, Ketan Hideung, Belut dan Bonai Tinggi sedang yang tahan terhadap ras 133 ada 2 varietas yaitu varietas Cere Terong dan Bepak Bereum (Tabel 3)

Varietas yang tahan terhadap 2 ras blas ada sebanyak 4 varietas lokal dimana varietas Sibosur tahan terhadap ras 073 dan 173, varietas Siremet tahan terhadap ras 073 dan 133, sedang varietas Tampai Bereum dan Garagai tahan terhadap ras 033 dan 133 (Tabel 4).

Secara genetik ketahanan varietas dapat dibagi menjadi 2 bagian ketahanan horizontal dan vertikal, dimana ketahanan vertikal adalah ketahanan varietas terhadap satu ras atau satu haplotipe suatu patogen sedang ketahanan horizontal adalah ketahanan suatu varietas yang tersusun atas banyak gen, ketahanan yang tidak spesifik terhadap ras tertentu.

Ketahanan horizontal memiliki sifat ketahanan yang lebih stabil (Parlevliet, 1997), berkaitan dengan hal ini diprediksi bahwa dari varietas lokal yang diuji ada 20 varietas yang memiliki 1 ketahanan ras kemungkinan mempunyai ketahanan vertikal sedang 4 varietas yang memiliki 2 ketahanan terhadap ras blas kemungkinan mempunyai ketahanan horizontal.

Disamping itu beberapa peneliti lainnya menyatakan bahwa tanaman atau varietas dapat mempertahankan diri dari infeksi patogen melalui kombinasi dari sifat struktural dan reaksi kimia. Sifat struktural tanaman berperan sebagai penghalang fisik dan menghambat patogen untuk dapat masuk dan berkembang pada tanaman. Sementara itu, reaksi kimia terjadi dalam sel atau jaringan tanaman dan menghasilkan substansi toksik bagi patogen atau menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan pada tanaman (Dixon et al. 1994).

Dari 60 varietas lokal yang diuji ketahannya dengan 4 ras (*Pyricularia grisea*) sebanyak 20 varietas mempunyai ketahanan terhadap 1 ras dan, 4 varietas mempunyai

ketahanan terhadap 2 ras yaitu varietas Sibosur, Siremet, Tampai Bereum, dan Garagai

DAFTAR PUSTAKA

- Dixon RA, Harrison MJ, Lamb CJ. 1994. Early event in the activation of plant defence response. *Annual Rev Phytopathol* 32: 479-501.
- IRRI. 2014. *Standard Evaluation System for Rice*. 5th ed. Los Banos, The Philippines.
- Parlevliet JE. 1997. Plant pathosystems: An attempt to elucidate horizontal resistance. *Euphytica* 26 (3): 553-556.
- Sitairesmi T, Rina HW, Ami TR, Yunani N, Susanto U. 2013. Pemanfaatan padi varietas lokal dalam perakitan varietas unggul. *Iptek Tanaman Pangan* 8 (1): 22-30.
- Song F, Goodman RM. 2001. Molecular biology of disease resistance in rice. *Physiol Mol Pl Pathol* 59: 1-11.
- Sudir, Suprihanto, Guswara A, Toha MH. 2001. Pengaruh genotipe, pupuk dan fungisida terhadap penyakit blas leher padi gogo. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 21 (1): 39-42.
- Sumarno. 2002. Menuju system pengelolaan plasma nutfah tanaman nasional secara adil dan bermanfaat. Dalam *Prosiding Kongres IV dan Simposium Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia*. PERIPI Komisariat Daerah Istimewa Yogyakarta dan Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Studi awal penampilan fenotipik plasma nutfah jengkol (*Pithecollobium jiringa*) di Padang, Sumatera Barat

Initial studies of phenotypic jengkol (*Pithecollobium jiringa*) appearance germplasm in Padang, West Sumatra

HAMDA FAUZA^{1*}, ISTINO FERITA¹, NURWANITA E. PUTRI¹, NOVRI NELLY¹, BUJANG RUSMAN²

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 24063, Sumatera Barat, Indonesia. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702, *email: hamdafauza@yahoo.com

²Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia.

Manuskrip diterima: 5 Desember 2014. Revisi disetujui: 12 Januari 2015.

Abstrak. Fauza H, ferita I, Putri NE, Nelly N, Rusman B. 2015. Studi awal penampilan fenotipik plasma nutfah jengkol (*Pithecollobium jiringa*) di Padang, Sumatera Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 23-30. Jengkol (*Pithecollobium jiringa*) merupakan tanaman asli Asia Tenggara, yang populer di Malaysia, Thailand dan Indonesia, baik sebagai makanan maupun obat tradisional. Studi awal penampilan fenotipik plasma nutfah jengkol di Padang bertujuan untuk mengetahui informasi karakter fenotipik jengkol yang dapat dijadikan sebagai sumberdaya genetik dalam program pemuliaan tanaman serta bagaimana pengelolaan plasma nutfahnya dalam meningkatkan nilai tambah dari tanaman ini. Penelitian dilakukan dengan kegiatan eksplorasi pada lima kecamatan (Koto Tengah, Kuranji, Pauh, Padang Selatan, dan Bungus Teluk Kabung), mulai Juni s.d. Oktober 2014. Penelitian menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara sengaja (*purposive sampling*). Pada sampel terpilih dilakukan pengumpulan data melalui wawancara dengan pemilik, mengamati dan mengukur secara langsung dari beberapa karakter fenotipik. Data hasil pengamatan dianalisis dengan beberapa metode analisis, yaitu: analisis deskriptif terhadap penampilan fenotipik, variabilitas fenotipik berdasarkan standar deviasi, dan analisis kluster data fenotipik. Kegiatan eksplorasi dan karakterisasi menghasilkan 40 aksesori yang bisa dikoleksi sebagai usaha konservasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan identifikasi karakter fenotipik menunjukkan bahwa terdapat dua variasi utama tanaman jengkol di Padang, yaitu: jaring kabau dan jaring bareh. Perbedaan antar kedua variasi dapat dilihat pada karakter bentuk dan tekstur buah. Pengamatan karakter fenotipik pada populasi jengkol menunjukkan variabilitas fenotipik yang luas pada beberapa karakter. Hal ini didukung analisis kluster yang menunjukkan tingkat kemiripan masing-masing aksesori yang bervariasi dan menyebar secara tidak beraturan.

Kata kunci: *Pithecollobium jiringa*, variasi, karakter fenotipik

Abstract. Fauza H, ferita I, Putri NE, Nelly N, Rusman B. 2015. Preliminary study on phenotypic appearance of jengkol germplasm (*Pithecollobium jiringa*) in Padang, West Sumatra. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 23-30. Jengkol (*Pithecollobium jiringa*) is a native plant in Southeast Asia, commonly popular for traditional medicine in Malaysia, Thailand and Indonesia. The aims of this preliminary studies is to investigate phenotypic characters of jengkol in Padang. The information obtained from this study can be used for the conservation and sustainable use of the plant. Data was collected from interviews with the local communities and related institutions, direct observation, and morphological characterization, based on purposive sampling technique from Juli to September 2014, at five districts (Koto Tengah, Kuranji, Pauh, Padang Selatan, dan Bungus Teluk Kabung), on June to October 2014. Morphological characters were examined using descriptive analysis, phenotypic variability using standard deviation, and cluster analysis. The observation obtained 40 accessions that can be collected as an ex-situ conservation. The results showed two major variety in jengkol, namely: jaring kabau and jaring bareh, based on the phenotypic identification. Both of them can be determined on the shape and texture of the fruit. Some characters showed a broad phenotypic variability. This finding is supported by cluster analysis indicating a various and irregular pattern of similarity among accessions.

Keywords: *Pithecollobium jiringa*, phenotypic characters, variation

PENDAHULUAN

Jengkol (*Pithecollobium jiringa*) merupakan tanaman yang khas di wilayah tropis Asia Tenggara dan dapat ditemui di Indonesia, Malaysia, Myanmar, dan Thailand. Di Indonesia banyak ditemukan berbagai nama lain tanaman ini, seperti; Gayo: jering, Batak: jering, Karo dan

Toba: joring, Minangkabau: jaring, Lampung: jaring, Dayak: jaring, Sunda: jengkol, Jawa: jingkol, Bali: blandingan, Sulawesi Utara: lubi (Heyne 1987).

Buah jengkol digemari oleh sebagian besar masyarakat Indonesia sebagai pendamping makanan pokok nasi yang dikonsumsi dalam bentuk segar sebagai lalapan atau berbagai bentuk olahan lainnya. Walaupun digemari

banyak orang, tetapi di sisi lain jengkol menyebabkan bau tidak sedap saat buang air kecil atau bau mulut setelah dikonsumsi atau setelah proses metabolisme tubuh. Selain baunya yang tidak sedap, jengkol juga dapat menyebabkan terjadinya jengkolan, yang disebabkan kandungan asam jengkolat (*jengkolic acid*) salah satu komponen yang terdapat pada biji jengkol yang bersifat sama dengan asam urat (*uric acid*) (Lestari et al. 2013).

Meskipun demikian, mengkonsumsi jengkol juga memiliki banyak kelebihan. Primadona (2012) menyatakan bahwa jengkol juga kaya akan karbohidrat, protein, vitamin A, vitamin B, fosfor, kalsium, alkaloid, minyak atsiri, steroid, glikosida, tanin, dan saponin. Kandungan vitamin C pada 100 gram biji jengkol adalah 80 mg. Burkill (1966) menyatakan bahwa jengkol juga dipakai untuk obat diare dalam dunia medis, bahan keramas rambut, dan bahan penambah karbohidrat. Pohon jengkol diperkirakan dapat menyerap air lebih banyak dibanding tumbuhan lain. Artinya, penanaman pohon jengkol di lereng-lereng gunung dan bukit di sekitar sumber mata air akan mengurangi kemungkinan terjadinya banjir (Primadona 2012).

Dua tahun terakhir, harga jengkol di pasaran cukup mengejutkan dan perlu menjadi perhatian. Harga jengkol naik drastis sampai Rp 60.000 per kg, bahkan di beberapa tempat terjadi kelangkaan jengkol. Hal ini membuktikan bahwa kebutuhan akan jengkol cukup tinggi dan komoditas ini mempunyai nilai tambah yang tinggi pula. Meskipun dari sisi teori potensi pengembangan jengkol dalam skala agribisnis dan agroindustri mempunyai prospek yang cukup menjanjikan, tetapi kenyataannya, selama ini pengembangan jengkol tidak menjadi perhatian yang serius dari berbagai pihak terkait. Sampai saat ini tanaman jengkol yang ada merupakan tanaman yang tidak dibudidayakan dengan serius menurut semestinya. Sementara itu dari aspek ilmiah, sangat terbatas penelitian-penelitian terutama dari kajian pemuliaan tanaman dan teknik budidaya jengkol. Hal ini terbukti dengan sangat terbatasnya ketersediaan publikasi dan referensi untuk tanaman jengkol. Untuk itu, penelitian-penelitian terkait dengan pemuliaan tanaman dan budidaya jengkol harus segera dimulai. Titik awal dari penelitian tersebut dapat dimulai dengan melakukan kajian tentang keberadaan plasma nutfah jengkol, sebagai sumber materi genetik untuk dikembangkan atau sebagai sumber tetua dalam perakitan varietas unggul baru melalui program pemuliaan tanaman.

Baihaki, et al. (2000) menyatakan bahwa plasma nutfah adalah substansi yang terdapat dalam kelompok makhluk hidup dan merupakan sumber karakter progeni yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan atau dirakit untuk membentuk jenis unggul. Plasma nutfah suatu jenis tanaman akan dapat dimanfaatkan secara optimal apabila dikelola dengan baik dan benar. Pengelolaan plasma nutfah harus didasarkan oleh kemampuan mengelola dan mengeksploitasi keanekaragaman secara berkelanjutan. Sumarno (2002) menyatakan bahwa langkah-langkah operasional dalam pengelolaan sumber daya genetik, meliputi: (1) kegiatan eksplorasi, inventarisasi, dan identifikasi sumber daya genetik, (2) melakukan koleksi

secara *ex situ* dan *in situ*, (3) pasporisasi dan dokumentasi, (4) evaluasi, karakterisasi, dan katalogisasi, (5) pemanfaatan, seleksi, hibridisasi, dan perakitan varietas, (6) konservasi dan rejuvinasi, dan (7) pertukaran materi, perlindungan, dan komersialisasi.

Tanaman jengkol merupakan tanaman tahunan yang selama ini tidak dibudidayakan secara optimal. Tanaman ini umumnya tumbuh di hutan-hutan dan di kebun milik masyarakat namun tidak terawat. Beberapa waktu belakangan ini jumlah tanaman jengkol semakin berkurang akibat substitusi hutan-hutan dan kebun menjadi perkebunan. Kondisi iklim yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman jengkol akibat *climate change* juga berperan dalam menekan jumlah tanaman ini. Selain itu, tanaman ini belum menjadi prioritas dalam kebijakan pemerintah untuk dikembangkan. Faktor-faktor di atas menyebabkan tidak hanya dari segi kuantitas tanaman berkurang namun juga menyebabkan terjadinya erosi genetik (*genetic drift*). Sebagai salah satu daerah penyebaran jengkol, Indonesia memiliki keragaman jengkol yang cukup tinggi. Namun, kondisi sekarang ini keragaman dan keberadaan tanaman jengkol cukup memprihatinkan. Upaya awal yang dapat dilakukan adalah eksplorasi. Menurut Chahal dan Gosal (2003), eksplorasi adalah kegiatan mengumpulkan materi (tanaman) dengan cara tertentu dan juga informasi yang terkait dengan tanaman tersebut. Tujuan akhir dari eksplorasi adalah diperolehnya koleksi plasma nutfah yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber gen baru.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana informasi karakter fenotipik jengkol yang dapat dijadikan sebagai sumberdaya genetik dalam program pemuliaan tanaman serta bagaimana pengelolaan plasma nutfahnya dalam meningkatkan nilai tambah dari tanaman ini.

BAHAN DAN METODE

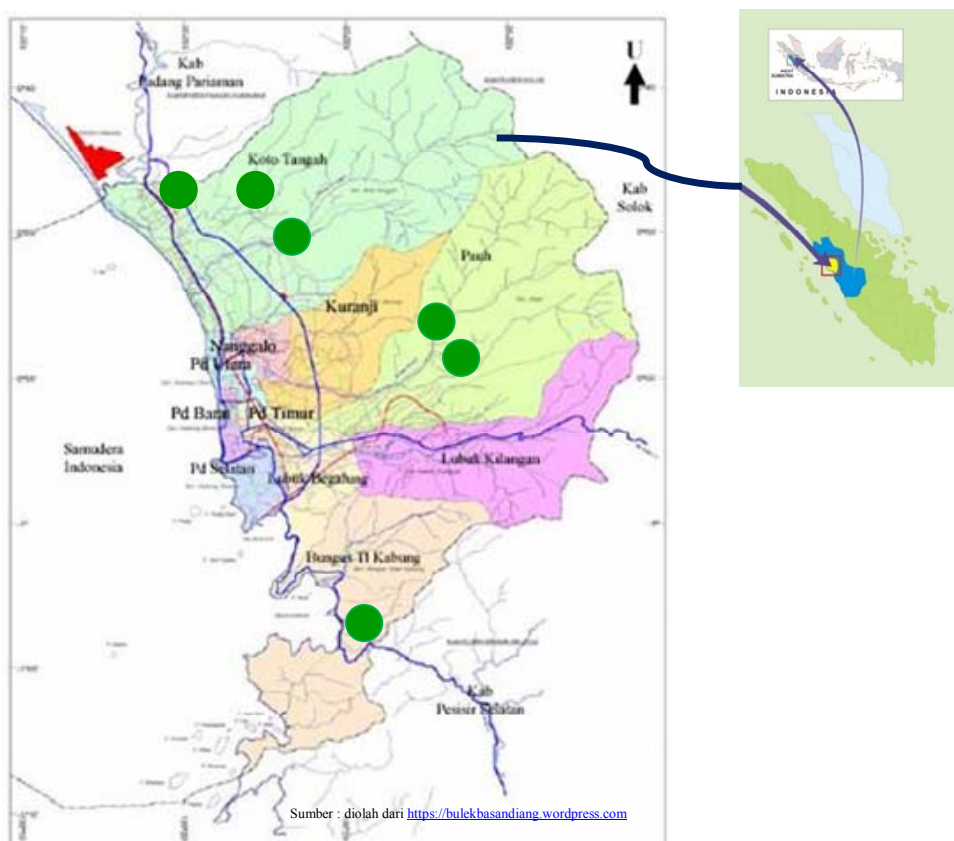
Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan dengan kegiatan eksplorasi pada lima kecamatan (Koto Tengah, Kuranji, Pauh, Lubuk Kilangan, dan Bungus Teluk Kabung), mulai Juni s.d. Oktober 2014. Titik-titik ditemukannya populasi tanaman jengkol yang selanjutnya dijadikan area kajian seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Metode

Penelitian ini merupakan percobaan observatif deskriptif non eksperimen melalui pengamatan karakter fenotipik yang dilakukan dengan menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*). Pengumpulan data lokasi yang dijadikan tempat untuk pengambilan sampel dilakukan melalui survei pendahuluan. Lokasi survei adalah lima kecamatan dan masing-masing kecamatan diambil delapan tanaman sampel.

Pengambilan sampel pada daerah terpilih dilakukan dengan wawancara, mengamati maupun mengukur secara langsung dari beberapa komponen yang menjadi parameter dalam mengkarakterisasi morfologi tanaman jengkol.



Gambar 1. Lokasi tempat dilakukan eksplorasi di Padang. Tanda bulat hijau ● menunjukkan titik-titik terdapat populasi tanaman jengkol yang dijadikan lokasi pengambilan sampel.

Pengamatan

Pengamatan dalam karakterisasi karakter fenotipik dilakukan terhadap 35 karakter pada cabang, daun, bunga, buah, hasil, dan komponen hasil. Pengamatan terhadap karakter morfologi mengacu kepada Tjitrosoepomo (1986). Penentuan cabang dan daun yang diamati dilakukan mengacu kepada penelitian Fauza (2009). Tiap sampel yang diamati dibagi atas empat sektor, yaitu Utara, Selatan, Barat, dan Timur. Tiap sektor diamati empat cabang secara acak. Pada masing-masing cabang diamati satu sampel daun, yaitu daun ke-6 dari pucuk, sehingga tiap sektor diamati empat lembar daun. Nilai suatu karakter ditentukan dengan menghitung rata-rata dari semua sampel dalam satu aksesori.

Analisis data

Variabilitas Fenotipik berdasarkan perbandingan standar deviasi dan varians

Data hasil identifikasi terhadap karakter-karakter fenotipik ditampilkan dalam bentuk Tabel. Selanjutnya data hasil pengamatan dianalisis deskriptif.

Variabilitas fenotipik dianalisis berdasarkan pengukuran masing-masing karakter pengamatan, ditentukan nilai rata-rata, varians, dan standar deviasinya. Nilai varians fenotipik ditentukan menurut Steel dan Torrie (1995), sebagai berikut:

$$\sigma_f^2 = \frac{\sum X_i^2 - (1/n)\sum(X_i)^2}{n-1}$$

$$Sd_{\sigma_f^2} = \sqrt{\sigma_f^2}$$

σ_f^2 = varians fenotipik

X_i = nilai rata-rata entri ke i

n = jumlah nomor yang diuji

$Sd_{\sigma_f^2}$ = standar deviasi varians fenotipik

Kriteria penilaian terhadap luas atau sempitnya variabilitas fenotipik mengacu pada Pinaria et al (1995), yaitu:

Bila $\sigma_f^2 \geq 2 Sd_{\sigma_f^2}$ berarti varians fenotipiknya luas

Bila $\sigma_f^2 < 2 Sd_{\sigma_f^2}$ berarti varians fenotipiknya sempit

Analisis kemiripan

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan fenotipik tersebut juga digunakan untuk menghitung kesesuaian matriks jarak dari dua aksesori yang akan dibandingkan. Untuk mengurangi skala pengukuran dan kategori yang berbeda dari karakter-karakter yang berbeda digunakan prosedur standarisasi, dengan mentransformasi data melalui prosedur STAND pada program NTSYS, yang pada prinsipnya adalah nilai observasi setiap karakter

dikurangi rata-rata karakter tersebut dikurangi dengan standar deviasi (Rohfl 1993).

Analisis data yang sudah ditransformasi, menggunakan fungsi *similarity interval* (SIMINT) berdasarkan koefisien DIST (rata-rata jarak taksonomi):

$$E_{ij} = (\sum_k n^{-1} (X_{ki} - X_{kj})^2)^{1/2}$$

E_{ij} = rata-rata jarak taksonomi
 i dan j = dua perlakuan yang dibandingkan
 k = fenotipe
 X = nilai pengamatan
 n = jumlah aksesori

Pengelompokan (dendogram) yang dihasilkan selanjutnya diamati dan diinterpretasi untuk melihat tingkat diversitas dan tingkat kemiripan antara aksesori dengan mengamati posisi masing-masing aksesori pada dahan/ranting dendogram pada jarak genetik (*genetic distance*) tertentu melalui koefisien rata-rata jarak taksonomi (*average of taxonomy distance*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan fenotipik

Kegiatan penelitian diawali dengan eksplorasi, yaitu suatu kegiatan mencari, mengumpulkan, mengoleksi, dan mengidentifikasi semua plasma nutfah baik dari spesies liar maupun lokal. Bersamaan dengan kegiatan eksplorasi jengkol juga dilakukan karakterisasi guna mengidentifikasi karakter-karakter yang dimiliki oleh suatu aksesori. Konservasi plasma nutfah dilakukan dengan cara mengumpulkan buah-buah yang sudah tua untuk disemai dan dibibitkan sebagai bentuk konservasi *ex situ*.

Berdasarkan hasil eksplorasi pada lima lokasi di Padang, maka diperoleh 40 aksesori tanaman jengkol. Kondisi lingkungan habitat tempat tumbuh jengkol memiliki banyak kesamaan yang pada umumnya terletak pada daerah perbukitan dan tumbuh bercampur dengan tanaman dan tumbuhan lainnya secara tidak beraturan. Data lokasi, ketinggian tempat, dan koordinat masing-masing aksesori disajikan pada Tabel 1.

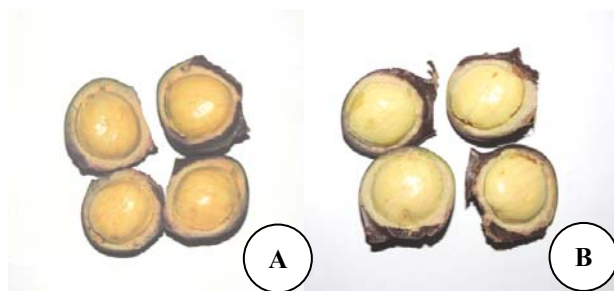
Tabel 1. Data lokasi, ketinggian tempat, dan koordinat masing-masing aksesori tanaman jengkol pada lima lokasi di Padang

Lokasi	Kode	Altitude (m dpl)	Koordinat		Keterangan
			Lintang Selatan	Bujur Timur	
Bukit Karimuntiang	BK1	393	00° 54' 34,56"	100° 18' 55,8"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK2	397	00° 54' 35,8"	100° 27' 25,1"	Tidak berbuah
Bukit Karimuntiang	BK3	402	00° 54' 35,7"	100° 27' 2,0"	Tidak berbuah
Bukit Karimuntiang	BK4	415	00° 54' 36,9"	100° 27' 25,1"	Tidak berbuah
Bukit Karimuntiang	BK5	401	00° 54' 36,6"	100° 27' 59,6"	Berbunga, tidak berbuah
Bukit Karimuntiang	BK6	397	00° 54' 35,2"	100° 27' 59,6"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK7	403	00° 54' 38,8"	100° 27' 25,1"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK8	392	00° 54' 39,6"	100° 28' 12,4"	Berbunga, berbuah
Bukit Karimuntiang	BK9	355	00° 54' 47,2"	100° 28' 10,8"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK10	336	00° 54' 50,1"	100° 28' 10,8"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK11	335	00° 54' 50,2"	100° 28' 11,4"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK12	318	00° 54' 49,9"	100° 25' 38,6"	Berbuah
Bukit Karimuntiang	BK13	341	00° 54' 51,7"	100° 25' 38,3"	Berbuah
Sungai Lareh	SL1	52	00° 51' 40,6"	100° 25' 36,5"	Berbuah
Sungai Lareh	SL2	59	00° 51' 40,1"	100° 25' 36,5"	Berbuah
Sungai Lareh	SL3	34	00° 51' 39,8"	100° 25' 32,2"	Berbunga
Sungai Lareh	SL4	49	00° 51' 39,0"	100° 25' 32,3"	Berbunga, berbuah
Kasang	KS1	13	00° 47' 25,6"	100° 25' 29,0"	Berbuah
Kasang	KS2	18	00° 47' 25,7"	100° 25' 26,8"	Berbuah
Kasang	KS3	24	00° 47' 25,6"	100° 25' 06,7"	Berbuah
Kasang	KS4	21	00° 47' 25,6"	100° 25' 06,6"	Berbuah
Kasang	KS5	22	00° 47' 49,8"	100° 23' 42,6"	Berbuah
Kasang	KS6	19	00° 47' 50,2"	100° 23' 10,1"	Berbuah
Kasang	KS7	27	00° 47' 50,1"	100° 23' 10,2"	Berbuah
Kasang	KS8	19	00° 47' 50,3"	100° 18' 55,8"	Berbuah
Kasang	KS9	16	00° 47' 50,3"	100° 27' 25,1"	Berbuah
Kelok Jariang	KJ1	191	01° 04' 18,0"	100° 25' 38,3"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ2	172	01° 04' 18,8"	100° 25' 36,5"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ3	197	01° 04' 20,9"	100° 25' 36,5"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ4	197	01° 04' 20,9"	100° 25' 32,2"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ5	137	01° 04' 23,6"	100° 25' 32,3"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ6	131	01° 04' 23,0"	100° 25' 29,0"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ7	134	01° 04' 29,3"	100° 25' 26,8"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ8	93	01° 04' 33,5"	100° 25' 06,7"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ9	73	01° 04' 46,3"	100° 25' 06,6"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ10	68	01° 04' 46,2"	100° 25' 06,6"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ11	74	01° 04' 45,7"	100° 23' 42,6"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ12	91	01° 01' 36,3"	100° 23' 10,1"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ13	101	01° 01' 50,2"	100° 23' 10,2"	Tidak berbuah
Kelok Jariang	KJ14	93	01° 01' 48,9"	100° 18' 55,8"	Tidak berbuah

Tabel 2. Nilai kisaran dan nilai rata-rata hasil pengamatan 35 karakter fenotipik 40 aksesori tanaman jengkol pada lima lokasi di Padang

Karakter	Kisaran	Rata-rata
Sudut cabang (°)	40,00 - 85,00	52,79
Panjang ruas (cm)	2,98 - 10,51	5,67
Diameter cabang (mm)	1,44 - 11,88	5,13
Permukaan cabang	halus - kasar	halus
Warna permukaan cabang	putih - coklat tua	hijau muda
Bentuk helaian daun	lorong - memanjang	memanjang
Bentuk ujung daun	runcing - meruncing	runcing
Bentuk pangkal daun	runcing - meruncing	runcing
Panjang tangkai daun (cm)	0,48 - 0,85	0,61
Diameter tangkai daun (mm)	1,25 - 2,13	1,59
Panjang daun (cm)	6,48 - 14,73	10,00
Lebar daun (cm)	3,53 - 6,20	4,67
Tebal daun (mm)	0,10 - 0,10	0,10
Luas satu helaian daun (cm ²)	24,99 - 92,33	48,32
Bobot satu helaian daun (g)	0,24 - 0,88	0,47
Permukaan atas daun	halus - kasar	halus
Permukaan bawah daun	halus - bertulang	bertulang
Warna permukaan atas daun	hijau muda - hijautua	hijau tua
Warna permukaan bawah daun	hijau muda - hijau tua	hijau tua
Warna daun muda	hijau muda - hijau tua	hijau tua
Warna tangkai daun	kningshjaun - coklat muda	hijau muda
Warna daun	hijau muda - hijau tua	hijau tua
Panjang tangkai bunga (cm)	0,43 - 0,69	0,56
Diameter tangkai bunga (mm)	1,53 - 2,00	1,91
Warna tangkai bunga	hijau muda - coklat muda	coklat muda
Diameter bunga (cm)	0,30 - 0,73	0,42
Warna mahkota bunga	putih - putih	putih
Tipe bunga	majemuk - majemuk	majemuk
Warna kulit buah	hitam - hitam	hitam
Tebal kulit buah (cm)	0,25 - 1,84	0,50
Lebar kulit buah (cm)	3,67 - 5,48	4,38
Lebar buah (cm)	2,25 - 3,57	3,10
Bobot buah	7,84 - 17,95	12,54
Warna buah muda	putih kehijauan - merah	kuning
Warna kulit ari	putih - merah	putih

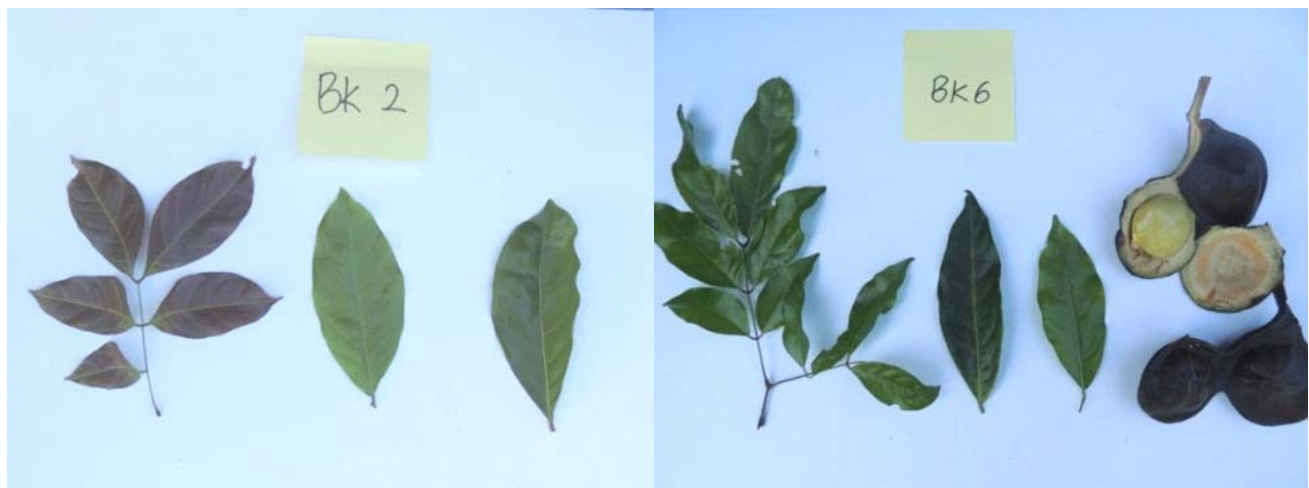
Hasil pengamatan dan wawancara dengan beberapa pemilik pohon jengkol di Padang, menunjukkan bahwa secara garis besar jengkol dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu jengkol *bareh* dan jengkol *kabau*. Jengkol bareh atau dalam bahasa daerahnya *jariang bareh* dengan karakteristik bentuk buah lebih tebal, tekstur buah agak renyah, dan rasa lebih manis. Jengkol kabau atau *jariang kabau* memiliki karakteristik bentuk buah lebih pipih, tekstur buah agak liat, dan rasa lebih hambar. Penampilan fenotipik buah jariang bareh dan jariang kabau dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2.** Penampilan fenotipik dua kelompok jengkol (A. jariang bareh dan B. jariang kabau) hasil eksplorasi di Padang

Data hasil pengamatan 35 karakter fenotipik pada 40 aksesori tanaman jengkol pada lima lokasi di Padang disajikan pada Tabel 2 dan contoh pengamatan karakter fenotipik beberapa organ tanaman jengkol dapat dilihat pada Gambar 3.

Daun merupakan organ tumbuhan yang erat kaitannya dengan fotosintesis. Ukuran daun akan mempengaruhi fotosintat yang dihasilkan. Tabel 2 menunjukkan bahwa karakter luas satu helaian daun memiliki kisaran yang paling lebar di antara karakter kuantitatif lainnya, yaitu 24,99-92,33 dengan rata-rata 48,32. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat ukuran daun yang cukup ekstrim berbeda di antara aksesori yang sudah dikarakterisasi.

Rata-rata panjang daun dan lebar daun semua aksesori masing-masing adalah 10 cm dan 4,67 cm. Berdasarkan ukuran panjang dan lebar daun maka umumnya bentuk daunnya adalah memanjang (*oblongus*). Tjitrosoepomo (1993) menyatakan bahwa perbandingan panjang dan lebar daunnya adalah 2:1 maka bentuk daunnya dikategorikan sebagai *oblongus*. Luas helaian daun dapat mempengaruhi bobot buah karena pada buah lah hasil akhir dari fotosintesis terakumulasi. Tabel 2 menunjukkan bahwa bobot buah memiliki kisaran yang cukup lebar dengan bobot rata-rata 12,54 g.



Gambar 3. Contoh pengamatan karakter fenotipik beberapa organ tanaman jengkol pada lima lokasi di Padang

Berdasarkan hasil eksplorasi, hanya Bukit Karimuntiang, Sungai Lareh dan Kasang yang berbuah sedangkan aksesi dari lokasi lain masih berbunga dan baru selesai panen (tidak berbuah). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman jengkol memiliki waktu berbuah yang tidak sama dan tidak mengenal kata musim. Dengan kata lain, agroklimat sepanjang tahun kondusif bagi tanaman untuk berbunga dan berbuah. Buah yang berasal dari Bukit Karimuntiang lebih besar dibandingkan buah yang berasal dari dua daerah lainnya. Kondisi agroklimat Bukit Karimuntiang lebih lembab karena berada pada ketinggian 318- 403 m dpl (Tabel 1).

Variabilitas fenotipik

Variabilitas fenotipik 40 aksesi tanaman jengkol pada beberapa lokasi di Padang berdasarkan pengukuran masing-masing karakter pengamatan, dengan penghitungan nilai rata-rata, varians, dan standar deviasi ditampilkan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa dari 35 karakter yang diamati terhadap 40 aksesi tanaman jengkol karakter sudut cabang, diameter cabang, warna permukaan cabang, panjang daun, luas satu helai daun, bobot buah, dan warna buah muda mempunyai nilai varians fenotipik yang lebih besar dari dua kali nilai standar deviasi varians fenotipik yang berarti bahwa variabilitas fenotipik karakter-karakter tersebut tergolong luas. Sementara itu karakter lainnya menunjukkan variabilitas fenotipik yang sempit. Bila dibandingkan dengan nilai kisaran pada karakter yang sama seperti pada Tabel 2, maka variabilitas fenotipik yang luas terjadi pada karakter yang mempunyai nilai kisaran yang ekstrim.

Karakter luas satu helai daun memiliki variabilitas fenotipik yang luas sehingga seleksi aksesi berdasarkan karakter ini bisa dilakukan. Sebagaimana yang dinyatakan Syukur, et al. (2012) bahwa seleksi efektif dilakukan pada karakter yang variabilitasnya tinggi. Dari semua lokasi, aksesi jengkol yang berasal dari Sungai Lareh memiliki rata-rata karakter luas satu helai daun yang tinggi, yaitu 73,42 dan variabilitas fenotipik karakter ini pun luas.

Tabel 3. Variabilitas fenotipik 35 karakter fenotipik 40 aksesi tanaman jengkol pada lima lokasi di Padang

Karakter	σ^2_f	$Sd\sigma^2_f$	Kriteria
Sudut cabang (°)	71,20	8,44	Luas
Panjang uas (cm)	2,76	1,66	Sempit
Diameter cabang (mm)	12,69	3,56	Luas
Permukaan cabang	0,72	0,85	Sempit
Warna permukaan cabang	10,22	3,20	Luas
Bentuk helaian daun	∞	∞	Sempit
Bentuk ujung daun	0,37	0,61	Sempit
Bentuk pangkal daun	∞	∞	Sempit
Panjang tangkai daun (cm)	0,01	0,09	Sempit
Diameter tangkai daun (mm)	0,07	0,27	Sempit
Panjang daun (cm)	4,18	2,04	Luas
Lebar daun (cm)	0,45	0,67	Sempit
Tebal daun (mm)	0,00	0,00	Sempit
Luas satu helai daun (cm ²)	231,91	15,23	Luas
Bobot satu helai daun (g)	0,02	0,14	Sempit
Permukaan atas daun	∞	∞	Sempit
Permukaan bawah daun	∞	∞	Sempit
Warna permukaan atas daun	0,45	0,67	Sempit
Warna permukaan bawah daun	0,45	0,67	Sempit
Warna daun muda	0,72	0,85	Sempit
Warna tangkai daun	1,68	1,30	Sempit
Warna daun	0,77	0,88	Sempit
Panjang tangkai bunga (cm)	0,02	0,13	Sempit
Diameter tangkai bunga (mm)	0,05	0,21	Sempit
Warna tangkai bunga	1,00	1,00	Sempit
Diameter bunga (cm)	0,03	0,18	Sempit
Warna mahkota bunga	∞	∞	Sempit
Tipe bunga	∞	∞	Sempit
Warna kulit buah	∞	∞	Sempit
Tebal kulit buah (cm)	0,18	0,43	Sempit
Lebar kulit buah (cm)	0,30	0,55	Sempit
Lebar buah (cm)	0,16	0,40	Sempit
Bobot buah	12,23	3,50	Luas
Warna buah muda	22,88	4,78	Luas
Warna kulit ari	2,42	1,56	Sempit

Keterangan: ∞ = tidak terdefinisi, karena penampilan semua aksesi seragam

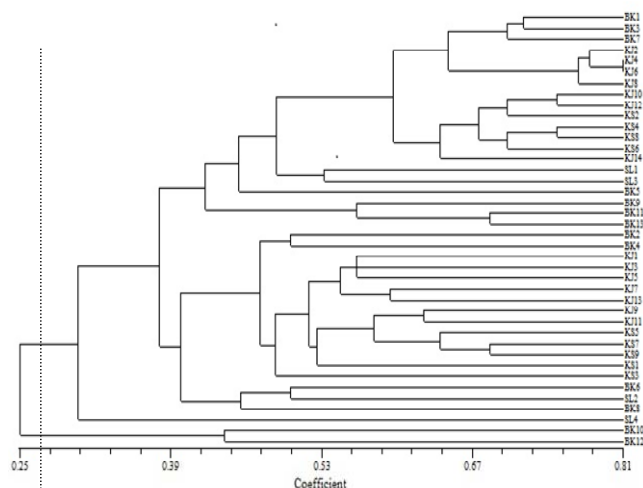
Panjang dan lebar daun mempunyai nilai kisaran yang cukup ekstrim (Tabel 2). Namun, variabilitas keduanya berbeda, panjang daun memiliki variabilitas fenotipik yang luas. Luasnya variabilitas fenotipik karakter panjang daun bisa dijadikan kriteria seleksi dan seleksi cukup efektif karena kisaran panjang daun yang cukup lebar, yaitu 6,48 - 14,73 cm. Karakter lebar daun memiliki kisaran yang sempit yaitu 3,53-6,20. Hal ini juga menyebabkan nilai variabilitas fenotipiknya menjadi kecil, yaitu sebesar 0,45. Singh and Chaudary (1977) menyatakan bahwa nilai varians dapat dipengaruhi oleh lebarnya kisaran data dari suatu pengamatan.

Bobot buah memiliki variabilitas fenotipik yang luas. Hal ini memungkinkan menyeleksi kandidat tetua pada aksesori hasil eksplorasi ini. Namun, bobot buah ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan. Makmur (1992) menyatakan bahwa karakter kuantitatif sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan dikendalikan oleh banyak gen. Karakter kualitatif yang memiliki variabilitas yang luas adalah warna permukaan cabang dan warna buah muda. Crowder (1993) menyatakan bahwa karakter kualitatif sangat kecil dipengaruhi oleh lingkungan dan bersifat diskrit (mudah dibedakan pengelompokannya). Warna permukaan cabang bervariasi mulai tidak berwarna (putih) sampai coklat tua, namun umumnya berwarna hijau muda.

Analisis gerombol

Untuk melihat tingkat kemiripan 40 aksesori tanaman jengkol di Padang dilakukan melalui analisis gerombol berdasarkan 35 karakter fenotipik. Hasil analisis gerombol kemiripan antar 40 aksesori disajikan dalam bentuk dendrogram pada Gambar 4. Gambar tersebut menunjukkan bahwa aksesori-aksesori pada populasi yang diamati menyebar pada jarak taksonomi (tingkat kemiripan) antara 0,25-0,81 dengan jarak yang bervariasi dan tidak ditentukan lokasi tempat tumbuhnya. Aksesori dengan lokasi yang sama tidak mengelompok dalam satu kelompok atau mempunyai nilai jarak taksonomi yang cenderung lebih dekat. Jarak taksonomi merupakan angka-angka koefisien yang secara kuantitatif menggambarkan tingkat ketidakmiripan di antara sampel yang dibandingkan. Semakin besar nilai angka ketidakmiripan, maka semakin kecil tingkat kemiripan antara individu (bervariasi). Sebaliknya semakin kecil nilai ketidakmiripan, maka semakin besar tingkat kemiripan di antara dua individu (variabilitas lebih sempit). Nilai koefisien ketidakmiripan di antara dua individu yang sama adalah nol. Dendrogram menunjukkan bahwa pada tingkat kemiripan 0,2, semua aksesori dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu aksesori BK10 dan BK12 berada dalam kelompok yang sama dan sisanya dalam kelompok yang lain (38 aksesori).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan identifikasi karakter fenotipik menunjukkan bahwa terdapat dua variasi utama tanaman jengkol di Padang, yaitu: jaring kabau dan jaring bareh. Perbedaan antar kedua variasi dapat dilihat pada karakter bentuk dan tekstur buah. Pengamatan karakter fenotipik pada populasi jengkol menunjukkan variabilitas fenotipik yang luas pada beberapa karakter. Hal ini didukung analisis kluster yang menunjukkan tingkat kemiripan masing-masing aksesori yang bervariasi dan menyebar secara tidak beraturan.



Gambar 4. Dendrogram 40 aksesori tanaman gambir hasil eksplorasi di Padang berdasarkan 35 karakter fenotipik

Disarankan untuk melanjutkan penelitian ini pada lokasi yang lebih luas serta kajian berbagai aspek seperti aspek biologi dan aspek molekuler terutama untuk mendukung kegiatan pemuliaan tanaman konservasi plasma nutfah jengkol kedepan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Andalas yang telah membiayai penelitian ini dalam skema Penelitian dan Pembimbingan Tanaman Hortikultura/Fakultas Pertanian tahun anggaran 2014. Terima kasih juga disampaikan kepada Jannati Lestari dan Keni Ayuma yang telah membantu pengumpulan data di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki A, Herawati T, Karuniawan A. 2000. Pelestarian sumberdaya hayati pertanian. Balitbang Departemen Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Burkill IH. 1966. A Dictionary of the economics product of the Malay Peninsula. Vol I (A-H). Governments of Malaysia and Singapore by the Ministry of Agriculture and Co-operatives. Kuala Lumpur. Malaysia.
- Chahal GS and SS Gosal. 2003. Principles and procedures of plant breeding: biotechnology and conventional approaches. Narosa Publishing House. India. 604p.
- Crowder LV. 1990. Genetika Tumbuhan. Gajah Mada Universitas Press. [Diterjemahkan oleh Kusdiarti L].
- Fauza H. 2009. Identifikasi karakteristik gambir (*Uncaria* spp.) di Sumatera Barat dan analisis RAPD. [Disertasi]. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Heyne K. 1987. Tumbuh-tumbuhan berguna Indonesia Jilid III (terjemahan Nur Udin). Badan Litbang Kehutanan. Jakarta. Hal. 1767-1775.
- Lestari, J., I. Valentina, N. Oktaviany, dan H. Fauza. 2013. Jengkol: Komoditas potensial yang termarjinalkan. Prosiding. Seminar Nasional UIN Sultan Kasim Riau. Pekanbaru 12 Desember 2013.
- Makmur A. 1992. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.

- Pinaria A, Baihaki A, Setiamihardja R, dn Darajat AA. 1995. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter-karakter biomassa 53 genotipe kedelai. *Zuriat* 6 (2): 80-87.
- Primadona, A. 2012. History of Jengkol. http://History of Jengkol_The Crowd Voice.html. [01/12 2013]
- Singh R, Chaudhary B. 1977. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publishers. New Delhi.
- Steel RGD, Torrie JH. 1995. *Prinsip dan prosedur statistika*. PT. Gramedia, Jakarta. [Diterjemahkan oleh Sumantri B].
- Sumarno. 2002. Penggunaan bioteknologi dalam pemanfaatan dan pelestarian plasma nutfah tumbuhan untuk peningkatan varietas unggul. Seminar Nasional Pemanfaatann & Pelestarian Plasma Nutfah. 3-4 September 2002. IPB. Bogor.
- Tjitrosoepomo G. 1986. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Identifikasi dan karakterisasi tanaman enau (*Arenga pinnata*) di Kabupaten Gayo Lues

Identification and characterization of enau plant (*Arenga pinnata*) in Gayo Lues

ISTINO FERITA[✉], TAWARATI, ZULFADLY SYARIF

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia.
Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702, ✉email: istinoferita@yahoo.com.

Manuskrip diterima: 5 Desember 2014. Revisi disetujui: 16 Januari 2015.

Abstrak. Ferita I, Tawarati, Syarif Z. 2015. Identifikasi dan karakterisasi tanaman enau (*Arenga pinnata*) di Kabupaten Gayo Lues. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 31-37*. Tanaman enau merupakan bagian dari kekayaan flora Indonesia yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dengan berbagai manfaat, antara lain sebagai sumber energi terbarukan (bioetanol). Penelitian tentang identifikasi dan karakterisasi tanaman enau di kabupaten Gayo Lues, Aceh bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang keragaman morfologi tanaman enau yang ada di Kabupaten Gayo Lues, sebagai langkah awal dalam pelestarian plasma nutfah untuk pemuliaan tanaman serta pengembangan tanaman ini untuk masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan metode survei dimana pengambilan sampel dilakukan secara sengaja (purposive sampling) yang berlangsung mulai Juli hingga September 2014. Kegiatan identifikasi dilakukan pada lima kecamatan yaitu ; Blangkejeren, Rikit Gaib, Blang Jeranggo, Dabun Gelang, dan Putri Betung, dan masing-masing kecamatan diambil 10 tanaman. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan masyarakat, instansi terkait, serta pengamatan dan pengukuran langsung pada karakter morfologi tanaman enau di lokasi. Data hasil pengamatan karakter morfologi dianalisis secara deskriptif, variabilitas fenotipik menggunakan standar deviasi, dan analisis kekerabatan menggunakan program Ntsys ver 2.02. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa identifikasi karakter morfologi tanaman enau dari lima kecamatan cukup bervariasi yang membentuk dua kelompok baik pada karakter kualitatif maupun karakter kuantitatif. Karakter kuantitatif umumnya mempunyai variabilitas fenotipik yang luas dan karakter kualitatif mempunyai variabilitas sempit.

Kata kunci: Identifikasi, enau, *Arenga pinnata*, plasma nutfah.

Abstract. Ferita I, Tawarati, Syarif Z. 2015. Identification and characterization of enau plant (*Arenga pinnata*) in Gayo Lues regency. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 31-37*. Enau is one of the economically important plants in Indonesia with many benefits, for example as renewable energy sources (bioethanol). The purpose of this research is to investigate the morphological diversity of enau in Gayo Lues District of Aceh. This study provides basic information needed for the conservation and sustainable use of the plant. Data was collected from interviews with the local communities and related institutions, direct observation, and morphological characterization, based on purposive sampling technique from Juli to September 2014, at five sub-districts: Blangkejeren, Rikit Gaib, Blang Jeranggo, Dabun Gelang, and Putri Betung. In each of the sub-districts, 10 samples were collected. Morphological characters were examined using descriptive analysis, phenotypic variability using standard deviation, and cluster analysis using NTSYS ver 2.02. The results showed that both quantitative and qualitative characters of enau on five sub-district varied and clustered into two groups. The quantitative characters generally exhibit wide phenotypic variability, while the qualitative ones have more limited variability.

Keyword: Identification, enau, *Arenga pinnata*, morphological characters.

PENDAHULUAN

Tanaman enau (*Arenga pinnata* Merr.) merupakan tanaman perkebunan yang sangat potensial untuk dibudidayakan pada masa yang akan datang, karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan prospektif untuk diusahakan secara komersial mengingat kegunaannya yang beragam. Enau dapat dimanfaatkan sebagai penghasil nira (bahan utama gula, wine, cuka dan alkohol), sumber energi terbarukan (bioetanol), sumber karbohidrat (tepung), bahan campuran makanan dan minuman (kolang-kaling), bahan

bangunan (batang) dan sebagai tanaman konservasi untuk lahan kritis.

Tanaman enau berasal dari wilayah Asia Tropis dan menyebar secara alami mulai dari India Timur di Sebelah Barat, hingga mencapai Laos, Kamboja, Srilangka, Thailand, Vietnam, Malaysia, Indonesia, dan Filipina di Sebelah Timur (Deptan 2009). Enau dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dengan ketinggian antara 0-1.500 m dpl, dengan suhu rata-rata 25 °C dan curah hujan 1.200 mm per tahun. Di Indonesia tanaman enau banyak ditemukan tumbuh secara liar pada daerah perbukitan dan lembah, dan berkembang tanpa dibudidayakan.

Perkembangan kebutuhan energi yang semakin meningkat dan keterbatasan energi fosil menjadi perhatian untuk mencari sumber energi terbarukan seperti bioetanol yang berasal dari bahan baku nabati. Bioetanol merupakan bahan baku alternatif yang murah bila dibandingkan dengan bensin tanpa subsidi. Saat ini selain ubi kayu, tebu dan jarak bahan baku potensial untuk dijadikan etanol adalah enau (Rindengan dan Manaroinsong 2009)

Indonesia merupakan negara yang mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi. Hal ini merupakan salah satu strategi yang sangat potensial dalam rangka meningkatkan produktivitas, kualitas serta daya saing komoditas tanaman melalui pendekatan pemuliaan tanaman. Menurut Carsono (2008) melalui program pemuliaan tanaman diharapkan dapat menghasilkan beragam kultivar unggul baru, selain memiliki produktivitas yang tinggi, juga memiliki beberapa karakter lain yang mendukung upaya peningkatan kualitas dan daya saing.

Plasma nutfah merupakan sumber daya alam keempat selain sumber daya air, tanah dan udara yang penting untuk dilestarikan. Dalam bidang pertanian, plasma nutfah banyak dikaji dan dikoleksi dalam rangka meningkatkan produk pertanian dan penyediaan pangan karena plasma nutfah merupakan sumber gen yang berguna bagi perbaikan tanaman baik gen untuk ketahanan terhadap penyakit, hama, gulma dan ketahanan terhadap cekaman lingkungan abiotik. Selain itu plasma nutfah juga merupakan sumber gen yang dapat dimanfaatkan untuk peningkatan kualitas hasil tanaman (Sari 2013).

Upaya untuk mempertahankan kelestarian plasma nutfah dapat dengan cara melaksanakan eksplorasi pada berbagai lokasi untuk mendapatkan berbagai koleksi varietas unggul lokal, dan pembuatan lokasi koleksi plasma nutfah dalam rangka budidaya tanaman koleksi dari hasil eksplorasi. Kegiatan identifikasi dan deskripsi tanaman diharapkan dapat memberikan informasi keunggulan dari suatu plasma nutfah berdasarkan ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh plasma nutfah tersebut (Litbang Pertanian 2004)

Pengelolaan plasma nutfah mencakup upaya pelestarian dan pemanfaatannya. Sebagian besar plasma nutfah liar terdapat di berbagai tipe kawasan konservasi sedangkan plasma nutfah dari varietas yang telah didomestikasi umumnya berada di lahan budidaya yang telah diusahakan sejak lama. Hingga saat ini belum banyak masyarakat di daerah yang menyadari dan memahami arti fungsi dan kegunaan plasma nutfah, hal ini akan berdampak terhadap plasma nutfah yang ada di daerah (Thohari 2006).

Eksplorasi adalah suatu kegiatan yang bertujuan mengumpulkan dan mengoleksi semua sumber keragaman genetik yang tersedia baik spesies liar, kultivar lokal, varietas unggul, varietas introduksi dan lain-lain. Sedangkan, identifikasi merupakan suatu kegiatan karakterisasi semua sifat yang dimiliki atau yang terdapat pada sumber keragaman genetik sebagai data base sebelum memulai rencana pemuliaan. Identifikasi dapat dilakukan melalui: (i) identifikasi berdasarkan sifat morfologi dan agronomis, (ii) identifikasi berdasarkan sitologi, (iii) identifikasi berdasarkan pola pita DNA atau molekuler (Swasti 2007; Jamsari 2008).

Identifikasi merupakan suatu kegiatan karakterisasi semua sifat yang dimiliki oleh sumber keragaman genetik tanaman. Identifikasi dilakukan untuk mencari dan mengenal ciri-ciri taksonomik individu yang beraneka ragam dan memasukkannya ke dalam suatu takson (Mayr dan Ashlock 1999). Identifikasi berdasarkan karakter morfologi sangat berguna untuk mengetahui berbagai jenis dan keragaman varietas enau. Di Kabupaten Gayo Lues, keberadaan tanaman enau belum dikaji lebih jauh, dan belum banyak hasil penelitian yang dilaporkan, pada hal tanaman enau merupakan tanaman yang sangat potensial dan bernilai ekonomis tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi karakter-karakter morfologi tanaman enau yang ada di Kabupaten Gayo Lues dalam upaya langkah awal pelestarian plasma nutfah tanaman enau, sehingga nantinya dapat digunakan sebagai penciri tanaman enau yang baik dan unggul untuk dikembangkan.

BAHAN DAN METODE

Tempat, waktu dan material

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Aceh pada lima kecamatan yaitu Kecamatan Blangkejeren, Rikit Gaib, Blang Jeranggo, Dabun Gelang dan Putri Betung yang telah dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2014 (Gambar 1).

Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah; tanaman enau, kantong plastik, dan kertas lebel. . Alat-alat yang digunakan adalah meteran, kamera digital, GPS (*global position system*), tangga, pisau, *colour chart* (*Munsell Color Charts for Plant Tissue*), *smart measure*, jangka sorong dan alat-alat tulis lainnya. Penelitian menggunakan metode survei dengan pengambilan sampel secara sengaja (*purposive sampling*). Pada setiap Kecamatan ditetapkan 10 sampel tanaman enau dalam satu desa. Total sampel tanaman enau yang digunakan adalah 50 tanaman enau.

Data sekunder

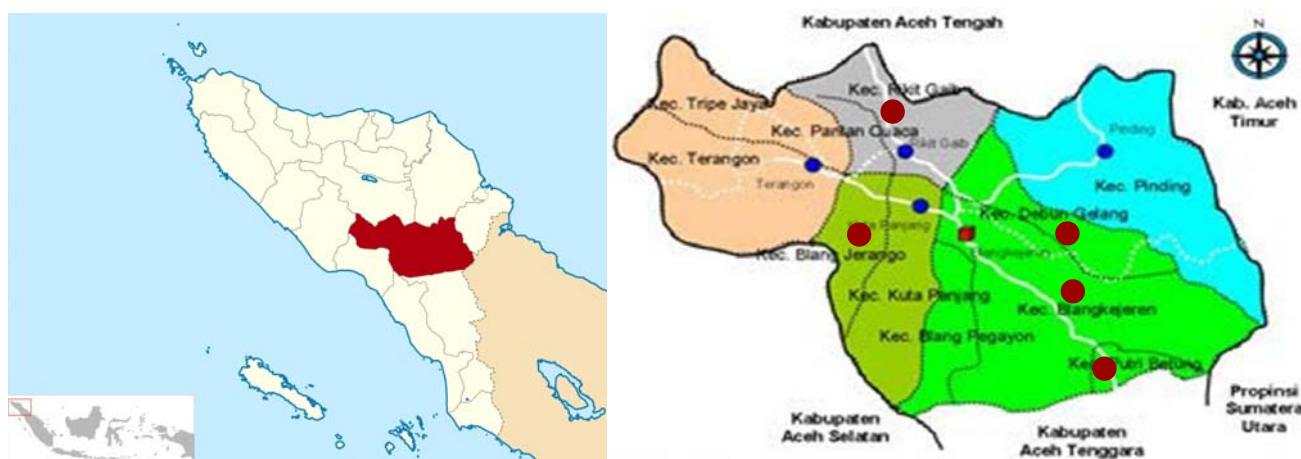
Data ini dikumpulkan dengan cara melakukan wawancara dengan instansi terkait dan masyarakat petani di Kabupaten Gayo Lues (lima kecamatan sebagai sampel).

Identifikasi karakter morfologi

Identifikasi dilakukan terhadap 32 karakter yakni 19 karakter kualitatif dan 13 karakter kuantitatif. Karakterisasi mengacu kepada Tjitrosoepomo (2003), dan Deptan (2009), dengan mengamati karakter batang (4 karakter), daun (19 karakter), ijuk (2 karakter), buah (4 karakter), dan biji (3 karakter). Karakterisasi dilakukan dengan cara mengamati dan mengukur langsung objek penelitian.

Analisis data

Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel serta dokumentasi dan dianalisis secara deskriptif. Analisis variabilitas fenotipik menggunakan standar deviasi, serta analisis kemiripan menggunakan Ntsys Ver.2.02.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kabupaten Gayo Lues, Aceh. Tanda bulat merah (●) menunjukkan lokasi pengambilan sampel dari *Arenga pinnata*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil wawancara dengan instansi terkait dan masyarakat

Kabupaten Gayo Lues merupakan kabupaten hasil pemekaran dari Kabupaten Aceh Tenggara di Provinsi Aceh. Hasil wawancara dengan Dinas Pertanian Kabupaten Gayo Lues, bahwa tanaman enau tumbuh secara alami pada lahan masyarakat, informasi yang didapat bahwa tanaman enau belum diketahui karakteristiknya dan tidak pernah dilakukan koleksi terhadap plasma nutfah, serta tidak adanya data statistik mengenai tanaman enau. Alasannya karena tanaman enau bukan komoditi unggulan di Kabupaten Gayo Lues, sehingga belum ada teknik budidaya dalam pengembangan tanaman enau serta usaha peningkatan produksi maupun perluasan lahan. Gambaran umum wilayah lokasi penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Gambaran umum kecamatan tempat pengambilan sampel (BPS Gayo Lues 2011).

Kecamatan	Ketinggian tempat (m dpl)	Jenis tanah
Blangkejeren	400 - 916	Ultisol
Rikit Gaib	1.685 - 2.392	Ultisol
Blang Jerango	400 - 1.062	Ultisol
Dabun Gelang	3.864 - 4.121	Andosol
Putri Betung	1000 - 2.080	Andosol

Hasil wawancara dengan masyarakat petani menyatakan bahwa tanaman enau yang mereka manfaatkan tidak dibudidayakan melainkan tumbuh secara alami/liar, serta tidak ada pemeliharaan. Tanaman enau yang tumbuh

dilahan petani, berkecambah dan tumbuh melalui bantuan musang yang memakan buah enau dan setelah keluar sebagai kotoran musang bijinya akan tumbuh secara alami. Secara umum tanaman enau mereka ada dua jenis yaitu enau yang berumur dalam yang mencapai tinggi tanaman 26 m, sedangkan enau genjah dengan tinggi tanaman hanya 13 m. Tanaman enau jenis dalam memiliki daun yang lebih besar, jumlah tandan lebih banyak, produksi nira lebih tinggi, umur berproduksi lebih lama daripada tanaman enau genjah.

Karakterisasi morfologi

Karakter morfologi tanaman enau pada lima kecamatan di Kabupaten Gayo Lues menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa karakter batang untuk kelima lokasi tidak menunjukkan variasi yang signifikan. Pada warna kulit batang, di kecamatan Rikit Gaib (RG) memperlihatkan coklat kehitaman yang berbeda dengan yang lainnya Blang Kajeren (BK), Blang Jerango (BJ), Dabun Gelang (DG), dan Putri Betung (PB) yang berwarna coklat keabu-abuan. Karakter daun terlihat variasi diantara kelima lokasi, yakni pada karakter jumlah anak daun, panjang anak daun, dan lebar anak daun. Terjadinya variasi tersebut adalah sehubungan dengan karakter kuantitatif. Hal ini dapat dipahami bahwa karakter kuantitatif adalah karakter yang dikendalikan oleh beberapa gen minor dan lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Karakter panjang anak daun yang diperoleh berkisar 114 – 139 cm, dan lebar anak daun berkisar dari 4,7 cm sampai 9,1 cm. Hasil ini seiring dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Irawan, et al (2009), yang menyatakan bahwa panjang anak daun berkisar 144-174,5 cm dan lebar anak daun antara 5,93 cm sampai 8,5 cm yang termasuk kategori sempit sampai sedang.

Tabel 2. Karakter morfologi tanaman enau di Kabupaten Gayo Lues.

Karakter	Kecamatan				
	Blangkejeren Rata2 ± Sd	Rikit Gaib Rata2 ± Sd	Blang Jerango Rata2 ± Sd	Dabun Gelang Rata2 ± Sd	Putri Betung Rata2 ± Sd
Batang					
Permukaan batang	Ada bekas pelepah	Ada bekas pelepah	Ada bekas pelepah	Ada bekas pelepah	Ada bekas pelepah
Warna kulit batang*	Coklat keabu abuan	Coklat kehitaman	Coklat keabu abuan	Coklat keabu abuan	Coklat keabu abuan
Diameter batang	122,4 ± 18,23	123,1 ± 19,96	126,5 ± 17,65	124 ± 15,78	129 ± 16,64
Tinggi tanaman	14,23 ± 4,86	14,79 ± 5,69	13,4 ± 5,48	14,78 ± 4,95	13,8 ± 2,17
Daun					
Bentuk pelepah daun	bersegi	bersegi	bersegi	bersegi	Bersegi
Susunan pelepah daun	Bersilang berhadapan	Bersilang berhadapan	Bersilang berhadapan	Bersilang berhadapan	Bersilang berhadapan
Warna pelepah daun*	hijau	Hijau kecoklatan	hijau	abu-abu	abu-abu
Panjang pelepah daun	105,2 ± 15,66	101,1 ± 12,42	115,7 ± 5,58	107,7 ± 12,07	120 ± 7,64
Panjang rachis	711 ± 95,65	743,9 ± 140,86	660,7 ± 148,54	657,4 ± 134,26	652,4 ± 62,99
Bentuk tangkai daun	bersegi	bersegi	bersegi	bersegi	Bersegi
Warna tangkai daun*	hijau	hijau	hijau	hijau	Hijau
Panjang tangkai daun	134,3 ± 8,46	147,6 ± 8,76	145,4 ± 12,06	114,2 ± 8,89	138,7 ± 9,02
Bangun anak daun	Berbentuk pita	Berbentuk pita	Berbentuk pita	Berbentuk pita	Berbentuk pita
Ujung anak daun	terbelah	terbelah	terbelah	terbelah	Terbelah
Pangkal anak daun	meruncing	meruncing	meruncing	meruncing	Meruncing
Pertulangan anak daun	bertulang sejajar	bertulang sejajar	bertulang sejajar	bertulang sejajar	bertulang sejajar
Tepi anak daun	bergerigi	bergerigi	bergerigi	bergerigi	Bergerigi
Permukaan daun	Licin mengkilat	Licin mengkilat	Licin mengkilat	Licin mengkilat	Licin mengkilat
Tata letak daun	Berhadapan bersilang	Berhadapan bersilang	Berhadapan bersilang	Berhadapan bersilang	Berhadapan bersilang
Warna anak daun*	hijau	hijau	hijau	hijau	Hijau
Jumlah anak daun	217,2 ± 40,98	199 ± 27,71	182 ± 33,51	181,2 ± 29,57	184,3 ± 28,80
Panjang anak daun	139,5 ± 36,52	116,5 ± 10,81	114,2 ± 8,93	120,3 ± 17,72	122,4 ± 10,18
Lebar anak daun	7,86 ± 0,94	6 ± 0,93	6,09 ± 0,78	6,72 ± 1,36	7,16 ± 1,02
Ijuk					
Warna ijuk*	cokelat kehitaman	cokelat keabu-abuan	hitam	hitam	cokelat keabu-abuan
Permukaan ijuk	kasar	kasar	kasar	kasar	Kasar
Buah					
Jumlah Tandan Buah (bh)	3,7 ± 1,77	3,6 ± 1,43	3 ± 1,83	3,4 ± 1,18	3,8 ± 1,32
Jumlah Untaian Buah (bh)	20 ± 4,33	23,4 ± 9,03	20,7 ± 5,60	21,6 ± 9,49	17,6 ± 2,72
Bentuk Buah	bulat	agak lonjong	agak lonjong	bulat	Bulat
Diameter Buah (mm)	39,31 ± 3,17	39,87 ± 3,35	40,35 ± 4,80	41,42 ± 4,08	40,56 ± 4,82
Biji					
Bentuk biji	bulat lonjong	bulat lonjong	bulat lonjong	bulat lonjong	bulat lonjong
Diameter biji (mm)	13,54 ± 1,53	13,45 ± 1,49	13,42 ± 1,63	13,86 ± 1,54	13,31 ± 1,37
Jumlah biji per buah	3 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	3 ± 0

Keterangan: * adalah karakter tanaman yang diamati menggunakan *color chart*



Gambar 2. Warna dan permukaan ijuk: A. hitam, B. coklat kehitaman dan C. coklat keabu-abuan



Gambar 3. Bentuk buah dan biji enau: A. bulat, B. agak lonjong, C. buah enau dengan jumlah biji tiga, D. biji enau yang agak lonjong berwarna putih.

Karakter ijuk didapatkan warna yang bervariasi, yaitu hitam, coklat kehitaman dan coklat ke abu-abuan, dengan tekstur kasar dan halus. Menurut Sunanto (1993), tekstur yang halus dan lentur biasanya ditemui pada tanaman enau yang masih muda kira-kira berumur 4-5 tahun. Untuk lebih jelasnya warna dan permukaan ijuk ditampilan pada Gambar 2

Sunanto (1993) mengemukakan bahwa enau menghasilkan ijuk setelah berumur lebih dari 5 tahun, adapun serat-serat ijuk dapat digunakan untuk pembuatan berbagai peralatan rumah tangga, tali, atap dan Indonesia merupakan negara pengekspor ijuk yang utama, yaitu sekitar 70% kebutuhan ijuk dunia

Karakter buah dan biji pada 5 kecamatan yang diamati (Gambar 3), diperoleh bentuk buah adalah bulat dan agak lonjong, dengan warna hijau. Setiap buah umumnya mempunyai 3 biji yang berwarna putih dengan bentuk agak lonjong. Dari 5 kecamatan ternyata Dabun Gelang menunjukkan potensi produksi yang lebih baik dibandingkan lokasi lainnya. Hal ini dapat dilihat dari ukuran diameter biji (13,86 mm) yang lebih besar daripada yang lainnya (Tabel 2)

Analisis keragaman

Nilai keragaman tanaman enau yang diamati pada 5 kecamatan, yang terdiri dari karakter kuantitatif dan kualitatif (Tabel 3), maka menunjukkan bahwa variabilitas fenotipik untuk karakter kuantitatif tergolong luas kecuali karakter jumlah biji yang mempunyai variabilitas sempit. Hal ini memungkinkan menyeleksi kandidat tetua pada tanaman hasil eksplorasi. Makmur (1992) menyatakan bahwa karakter kuantitatif sangat dipengaruhi oleh lingkungan dan dikendalikan oleh banyak gen.

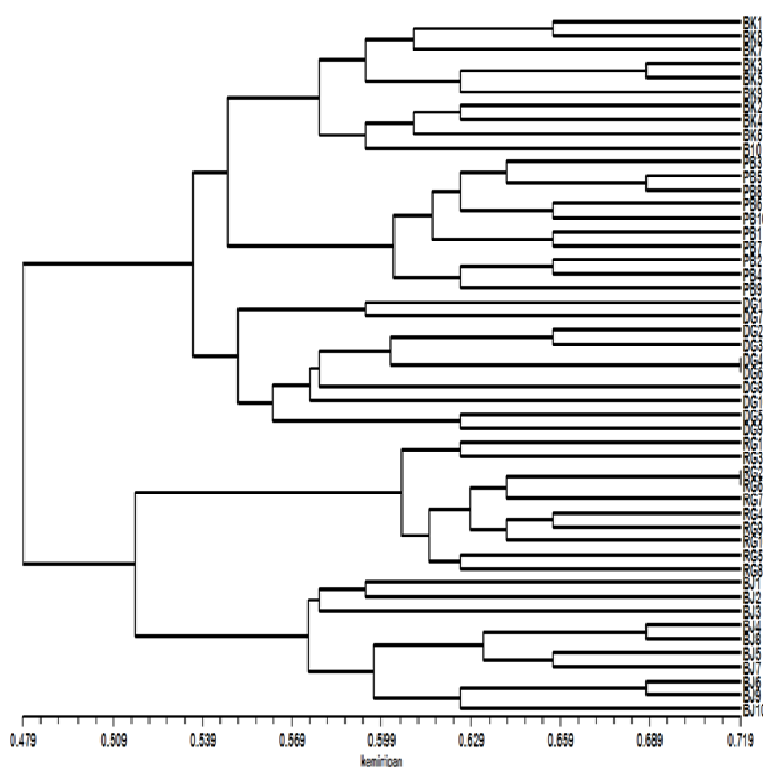
Mangoendidjojo (2003), menyatakan bahwa perbedaan kondisi lingkungan memberikan kemungkinan munculnya variasi yang akan menentukan penampilan dari tanaman. Keragaman yang ada belum tentu dapat diturunkan pada keturunan selanjutnya, walaupun demikian variasi fenotip yang luas merupakan syarat berlangsungnya program seleksi yang efektif karena akan memberikan keleluasaan dalam proses pemilihan suatu genotip untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber plasma nutfah selanjutnya. Sedangkan untuk karakter kualitatif variabilitasnya tergolong sempit, kecuali pada karakter permukaan batang, warna kulit batang, warna pelepah daun, warna tangkai daun, dan warna ijuk. Crowder (1993) menyatakan bahwa karakter kualitatif sangat kecil dipengaruhi oleh lingkungan dan bersifat diskrit (mudah dibedakan pengelompokkannya).

Untuk melihat tingkat kemiripan 50 tanaman enau hasil identifikasi dan karakterisasi di Kabupaten Gayo Lues dilakukan melalui analisis gerombol berdasarkan 32 karakter morfologi. Hasil analisis gerombol disajikan pada Gambar 4. Davis dan Heywood (1973), mengemukakan bahwa analisis kemiripan digunakan untuk menentukan jauh dekatnya hubungan kemiripan antara tanaman dengan menggunakan sifat morfologi dari suatu tanaman. Sifat morfologi dapat digunakan untuk pengenalan dan menggambarkan kemiripan tingkat jenis.

Semakin besar nilai angka ketidakmiripan, maka semakin kecil tingkat kemiripan antara individu (bervariasi). Sebaliknya semakin kecil nilai ketidakmiripan, maka semakin besar tingkat kemiripan di antara dua individu (variabilitas lebih sempit). Nilai koefisien ketidakmiripan di antara dua individu yang sama adalah nol. Dendogram (Gambar 4) menunjukkan tingkat kemiripan tanaman enau berdasarkan karakter kualitatif dan kuantitatif yang mempunyai variasi dengan angka koefisien 0,48 sampai 0,72. Pada tingkat kemiripan 0,48 semua tanaman enau dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok yaitu, sampel-sampel dari Rikit Gaib (RG) dan Blang Jeranggo (BJ) dalam satu kelompok, dan Putri Betung (PB), Dabun Gelang (DG) serta Blang Kajeren (BK) dalam satu kelompok yang lain. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa kemiripan yang dekat cenderung terletak pada sampel yang berada satu lokasi (kecamatan). Diduga sampel tersebut berasal dari keturunan yang sama dan juga dipengaruhi oleh lingkungan sehingga memperlihatkan kemiripan.

Tabel 3. Nilai variabilitas karakter kuantitatif dan kuantitatif tanaman enau

Karakter	Var±Sd	Kriteria
Diameter batang (cm)	2821,16±17,65	Luas
Tinggi tanaman (m)	207,09±4,63	Luas
Panjang rachis (cm)	131473±116,46	Luas
Panjang pelepah (cm)	1141,34±10,67	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	817,18±9,44	Luas
Jumlah anak daun (buah)	9490,7±32,108	Luas
Panjang anak daun (cm)	3504,7±21,97	Luas
Lebar anak daun (cm)	9,33±0,74	Luas
Jumlah tandan buah per tanaman (buah)	20,9±1,51	Luas
Jumlah untaian buah per tanaman (buah)	411,86±6,23	Luas
Diameter buah (mm)	151,01±4,04	Luas
Diameter biji (mm)	20,53±1,51	Luas
Jumlah biji per buah (buah)	∞	Sempit
Permukaan batang	0,4±0,11	Luas
Warna kulit batang	0,36±0,26	Luas
Bentuk pelepah	∞	Sempit
Susunan pelepah daun	∞	Sempit
Warna pelepah daun	0,48±0,11	Luas
Bentuk tangkai daun	∞	Sempit
Warna tangkai daun	1,28±0,17	Luas
Bangun anak daun	∞	Sempit
Ujung anak daun	∞	Sempit
Pangkal anak daun	∞	Sempit
Pertulangan anak daun	∞	Sempit
Tepi anak daun	∞	Sempit
Permukaan anak daun	∞	Sempit
Tata letak daun	∞	Sempit
Warna anak daun	∞	Sempit
Permukaan ijuk	∞	Sempit
Warna ijuk	3,12±0,27	Luas
Bentuk buah	∞	Sempit
Bentuk biji	∞	Sempit



Gambar 4. Dendrogram analisis kemiripan karakter kualitatif dan kuantitatif tanaman enau di Kabupaten Gayo Lues.

Berdasarkan kegiatan identifikasi dan karakterisasi tanaman enau di Kabupaten Gayo Lues dapat diambil kesimpulan bahwa diperoleh variabilitas fenotipik yang luas pada karakter kuantitatif kecuali jumlah biji, dan variabilitas fenotipik yang sempit untuk karakter kualitatif, kecuali karakter permukaan batang, warna kulit batang, warna pelepah daun, warna tangkai daun, dan warna ijuk.

Analisis kemiripan dari 50 tanaman dikelompokkan kedalam dua kelompok yang berbeda berdasarkan tingkat kemiripannya (0,48). Tanaman enau dari Rikit Gaib (RG) dan Blang Jeranggo (BJ) dalam satu kelompok, dan Putri Betung (PB), Dabun Gelang (DG) serta Blang Kajeren (BK) dalam kelompok yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dinas Perkebunan, Kabupaten Gayo Lues atas izin dan fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Gayo Lues. 2011. Gayo Lues Dalam Angka 2011. BPS Kabupaten Gayo Lues, Aceh.
- Carsono N. 2008. Peran pemuliaan tanaman dalam meningkatkan produksi pertanian di Indonesia. Seminar Agricultural Sciences Mencermati Perjalanan Revitalisasi Pertanian, Perikanan dan Kehutanan dalam Kajian Terbatas Bidang Produksi Tanaman Pangan pada Januari 2008, di Tokyo.
- Crowder LV. 1993. Genetika Tumbuhan. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. [Penerjemah: Soetarso LK, Terjemahan dari: Plant Genetics].
- Departemen Pertanian [Deptan]. 2009. Budidaya dan pengembangan tanaman enau. . [www.http://deptan](http://deptan). [Diakses] tanggal 01/02/2014
- Davis PH, Heywood VH. 1973. Principles of Angiosperm Taxonomy. Robert E. Kreiger Publisher Company, New York.
- Irwan et al. 2009, Studi variasi, pemanfaatan pengolahan dan pengelolaan aren Desa Rancakalong. Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Seminar Nasional Etnobotani IV, Cibinong 18 Mei 2009.
- Jamsari. 2008. Pengantar pemuliaan landasan genetik, biologis, dan molekuler. Penerbit UNRI Press. 232 hal
- Litbang Pertanian. 2004. Pelestarian plasma nutfah sudah mendesak. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Makmur A. 1992. Pemuliaan tanaman. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Mangoendidjojo W. 2003. Dasar-dasar pemuliaan tanaman. Kanisius. Yogyakarta.
- Mashud N, Lay A, Tenda ET, Maliangkay RB, Torar DJ. 2011. Budidaya dan pasca panen enau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Mayr E, Ashlock PD. 1991. Principles of systematic zoology. Second edition. McGraw Hill International Edition, New York.
- Rindangan B, Manarinsong E. 2009. Aren tanaman perkebunan penghasil bahan bakar nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Sari DI. 2013. Pentingnya plasma nutfah dan upaya pelestariannya. Pengawas Benih Tanaman Ahli Pertama BBPPTP Surabaya.
- Sunanto H. 1993. Enau budidaya dan multigunanya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 78 hal.
- Swasti E. 2007. Pengantar pemuliaan tanaman [Buku Ajar]. Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- Thohari M. 2006. Pengelolaan plasma nutfah daerah. Warta Plasma Nutfah Indonesia 18: 1-20.
- Tjitrosoepomo G. 2003. Morfologi tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Short communication: Conservation genetic of tropical eel in Indonesian waters based on population genetic study

Komunikasi pendek: Konservasi genetik ikan sidat tropis di perairan Indonesia berdasarkan kajian genetika populasi

MELTA RINI FAHMI

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Jl. Perikanan No 13 Pancoran Mas, Depok 16436, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-21-7520482. ✉email: meltarini.fahmi@kkp.go.id

Manuscript received: 9 December 2014. Revision accepted: 13 January 2015.

Abstrak. Fahmi MR. 2015. Konservasi genetik ikan sidat tropis di perairan Indonesia berdasarkan kajian populasi genetik. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 38-43*. Ikan sidat tropis (*Anguilla* spp.) dari Indonesia saat ini menjadi komoditas yang penting di pasar internasional demikian juga penelitian ikan sidat tropis saat ini menjadi sebuah tantangan baru. Salah satu permasalahan utama pada ikan sidat tropis adalah terjadinya tumpang tindih antara karakter morfologi spesies, sehingga identifikasi spesies dengan menggunakan pendekatan morfologi tidak bisa dilakukan. Sehingga identifikasi spesies ikan sidat dilakukan dengan pendekatan molekuler. Metode Semi-multiplex PCR yang dikembangkan pada penelitian ini mampu mengidentifikasi tujuh spesies dan subspecies ikan sidatan yang mendiami perairan Indonesia hanya dengan menggunakan satu step PCR. Berdasarkan identifikasi dengan menggunakan semi-multiplex PCR diketahui ada empat spesies ikan sidat yang memiliki penyebaran luas yaitu *Anguilla bicolor bicolor*, *A. b. pacifica*, *A. marmorata* dan *A. interioris*, dua spesies memiliki penyebaran yang sempit dan mendekati endemis: *A. celebesensis* dan *A. borneensis* dan spesies *A. nebulosa nebulosa* yang hanya ditemukan di perairan barat Indonesia yaitu sungai yang berhubungan dengan Samudera Hindia. Berdasarkan analisis DNA mitokondria gen cytochrome b, tujuh spesies yang mendiami perairan Indonesia memperlihatkan keragaman haplotipe dan nucleotide yang tinggi yaitu masing-masing 0.98 dan 4.57%. Analisa kekerabatan menunjukkan *A. borneensis* merupakan nenek moyang ikan sidat tropis di perairan Indonesia.

Kata kunci: Perairan Indonesia, semi-multiplex PCR, ikan sidat tropis, genetika populasi

Abstract. Fahmi MR. 2015. Conservation genetic of tropical eel (*Anguilla* spp.) in Indonesian waters based on population genetic study. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 38-43*. The Indonesian tropical eels become important nowadays in the market, as well as the research on tropical eels also become a new challenge. Taxonomy of tropical eels is still problematic due to overlapping morphological characters, thus species identification based on those characters can be misleading. Molecular approaches have been proposed to resolve the problem. The semi-multiplex method proposed in this study has demonstrated the efficiency for identifying seven species and subspecies of tropical eels with only one step PCR. Based on semi-multiplex PCR, we recognized four species and subspecies with wide distribution: *Anguilla bicolor bicolor*, *A. b. pacifica*, *A. marmorata* and *A. interioris*, two species with limited distribution and close to endemism: *A. celebesensis* and *A. borneensis* and one subspecies *A. nebulosa nebulosa* that can only be found in the river flowing into the Indian Ocean. Based on mitochondrial DNA *cytochrome b* gene, seven species inhabiting in Indonesian waters showed higher haplotype and nucleotide diversity (π) 0.98 and 4.57% respectively. Phylogenetic analysis showed that *A. borneensis* is likely the most basal species in Indonesia waters.

Key words: Indonesian waters, semi-multiplex PCR, tropical eel, population genetic

The freshwater eels (*Anguilla* spp.: Anguillidae) are popular as a commercial important food, because of their good nutritional value. These fish are also well known for their unique catadromous life history. These species breed far from offshore after migrating thousands of kilometers from their growth habitats in freshwater and estuaries to their spawning areas in oceanic waters. Most of the investigations concerning eels are concentrated on temperate species, in the northern hemisphere mainly because of the economic importance of these species. Nowadays, the population of temperate eels, dramatically decrease is caused by habitat damage, illegal fishing and

climatic changes in the ocean. As a consequence, tropical eels become important nowadays in the market, as well as the research on tropical eels become a new challenge. One of primary problems in tropical eels is that they have overlapping range for most morphological characters, so species identification on this genus is no more sufficient. Then molecular approaches have been proposed for eel identification.

Several topics on phylogeography of tropical eel in Indonesia has been investigated in the present study, including the establishment of accurate taxonomy and identification of tropical eels by using molecular approach,

understanding exact distribution and dispersal pattern, uncovering phylogenetic relationship among species that inhabit in Indonesian water and population genetic structure of species that have widespread distribution. All of the information obtained in this study is needed for conservation management of anguillids in Indonesian water.

Conservation of eel nowadays has become a big issue in the world. Historically it seems that little attention was given by fisheries managers to eel and their fisheries in most part of the world, and only recently, as recruitment has drastically declined in some regions, awareness raised about eel conservation issue. After these species continued to show drastic recruitment decline in some areas and was listed in the Appendix II of the Convention on International Trade on Endangered species of Wild Fauna and Flora (CITES Red List), there has been increasing concern among researchers (Watanabe 2004). Accordance to the decrease of eel population in the Northern Hemisphere temperate, so researchers suggested the management and conservation of tropical eel should be more cautious.

The classical conservation theory focused on population abundance and diversity of species, but since molecular genetics develop recently the classical conservation also switching towards to conservation genetic. Conservation genetics is conservation and management of species by using molecular genetics analyses to understand aspects of species biology. Conservation genetic was involved interdisciplinary science such as; ecology, molecular biology, population genetics, mathematical modeling and evolutionary systematic. The first aim of conservation genetics is to reduce extinction risk by minimizing inbreeding depression, loss genetic diversity and ability to evolve in response to environmental change, resolving taxonomic uncertainties and defining management units within species (Frankham et al. 2007).

A critical first step in species conservation is to gain a clear understanding of its taxonomy. The taxonomy status must be accurately established for several reasons: such as legal protection of endangered species and populations, identification of species dispersal, determination of species that have high economic value, stock assessment, determination of endemic or invasive status of species, help to decisions for development and sustainable management of eel farming and to determination of the fitness level of population from variation of species or composition species (Frankham et al. 2007).

A comprehensive taxonomy study of the genus *Anguilla* has been conducted by Ege (1939) based on morphological characters. The systematic classification proposed by Ege remains widely accepted by many biologists for long period. However, Watanabe et al. (2004) showed that the morphological characters used by Ege were insufficient to distinguish all the *Anguilla* species without considering their geographic distribution. It can be a problem when sampling location is unknown, especially in the tropical area, where there are some cases of sympatric distributions between two species with all morphological characters overlapping. In these cases, two species cannot be strictly identified. In addition, potential

problems of the geographic distribution of species will be increased dramatically considering passive transport of leptocephali and international trading of young eel. Passive transport of leptocephali for long periods can easily change the range of glass eels recruitment, thus the geographic distribution of the species can change year after year. Furthermore the international trade of glass eels and young eels for aquaculture purpose lead to introduction of non-native species eels in several areas of the world (Watanabe et al. 2004, Aoyama 2009).

After establishment that morphological characters were not sufficient to identify all species, molecular genetics have been recommended (Aoyama et al. 2005). Since then various molecular identification methods of eels began to be developed; some of them using non specific primer such as RAPD (Lehmann et al. 2000; Kim et al. 2009) and RFLP (Aoyama et al. 2000), whereas the specific primers were used to distinguish two different species such as *A. japonica* and *A. anguilla* (Sezaki et al. 2005), *A. interioris* and *A. celebesensis* (Aoyama et al. 2000) or *A. anguilla* and *A. rostrata* (Trautner 2006). Most of them use simple PCR followed by sequencing, while sequencing is not convenient for large samples because of its cost, time and money. In addition most of these researches are concerned in temperate area only.

Considering Indonesian waters that are inhabited by several sympatric species of tropical eels, almost all morphological character in this genus are overlapping. So a rapid and efficient identification technique is needed. Semi-multiplex PCR developed in the present study has successfully distinguished seven species that inhabit the waters of Indonesia through one-step PCR (Fahmi et al. 2012). The semi-multiplex method proposed in this study has demonstrated the efficiency for identifying seven species and sub-species of tropical eels with only one step PCR. By using this method, one could reduce the number of necessary sequences while the results are sure for each species determination; it is easily to identify 1,112 specimens). Figure 1 shows seven different sizes of amplification fragments. All species obtained in this study showed overlapping morphology and distribution, especially for small specimens (mainly glass eels).

With this identification technique have several advantage as follows: (i) more accurate and sensitive, because we used species and subspecies specific primers, (ii) quick, because only by one-step PCR was enough to distinguish seven species, (iii) lower cost detection by using simple agarose gel electrophoresis and (iv) also applicable to leptocephali and glass eels missing adult morphological characters. Specimens used in this study were collected all around Indonesian waters, covering the geographic distribution of the *Anguilla* species that were expected to occur in Indonesia water.

After finding out and solve the taxonomic uncertainties, next step in conservation genetics is producing a map of distribution and species composing tropical eels in Indonesia. The 16 species of freshwater eels are widely distributed in the world, there are 5 temperate and 11 tropical anguillids species, and all of them have unique catadromous life histories. According to Ege (1939) and

Watanabe et al. (2004), Indonesian waters are inhabited by seven tropical eel species and subspecies including *A. celebesensis*, *A. borneensis*, *A. marmorata*, *A. interioris*, *A. bicolor bicolor*, *A. b. pacifica*, and *A. nebulosa nebulosa*. That means that two-thirds of tropical eel species inhabit Indonesian waters. Because all unexpected semi-multiplex result led to sequencing, it is possible to affirm that no eel other species was present in the sampled localities. We presented the distribution and species composition of tropical eels in Indonesia in Figure 2. This map is the first detailed distribution of Indonesian eels published.

Based on the distribution map, several species showed a wide distribution such as *A. marmorata*, *A. b. bicolor* and *A. interioris*, and some have a limited distribution, known as endemic species such as *A. celebesensis* and *A. borneensis*. The distribution pattern is not permanent for each species in geologic time. Moreover, due to their particular life cycle, distribution patterns can change seasonally, linked with the dispersion of their leptocephali driven by the current system in their habitat (Miller 2003).

So the current system has an important role on anguillids distribution. There are four species sympatric in the western of Sumatra and south of Java, they are *A. marmorata*, *A. interioris*, *A. n. nebulosa* and *A. b. bicolor*, the three first species having most similar morphological characters. The same case is also found in Sulawesi waters where there are four sympatric species: *A. marmorata*, *A. interioris*, *A. celebesensi* and *A. b. pacifica*, the first three species also have overlapping morphological characters. In these two cases of overlapping nearly sibling species, the molecular determination is now indispensable.

The accurate taxonomy status of eel in this study has been successfully determined dispersal and endemic status of species, that useful to decisions for development and sustainable management of eel conservation. This map is more useful to inform the fishing companies the location where is their fishing zone which is not present an endangered species. This map also is more important to policy or government decision that the rare or endemic species are no fishing activity.

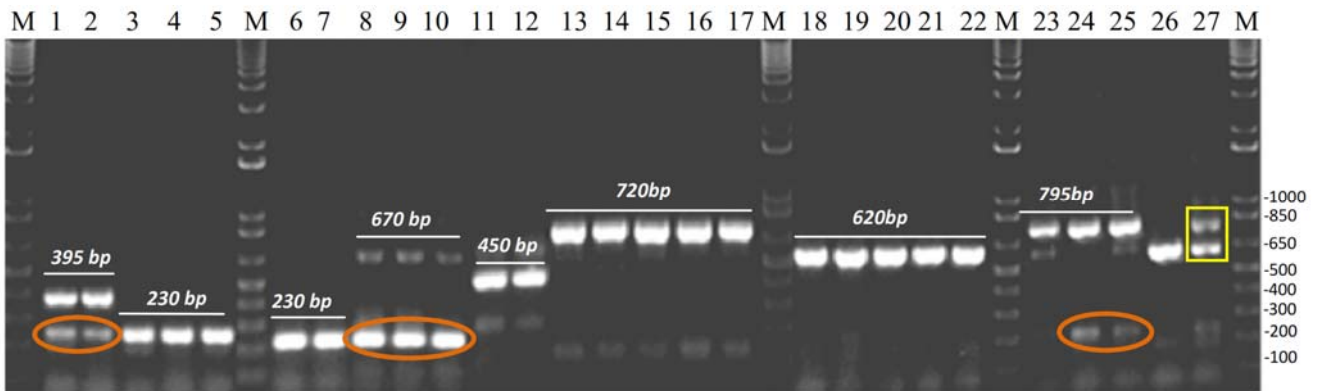


Figure 1. Identification of species and subspecies of *Anguilla* by semi-multiplex PCR samples. The order of the sample is the following : 1-2 are *A. n. nebulosa*, 3-7 are *A. b. bicolor*, 8-10 are *A. b. pacifica*, 11-12 are *A. borneensis*, 13-17 are *A. celebesensis*, 18-22 and 26 are *A. marmorata*, 23-25 and 27 are *A. interioris*, M= 100 bp ladder. ○ = unspecific bands, □ = unexpected band.

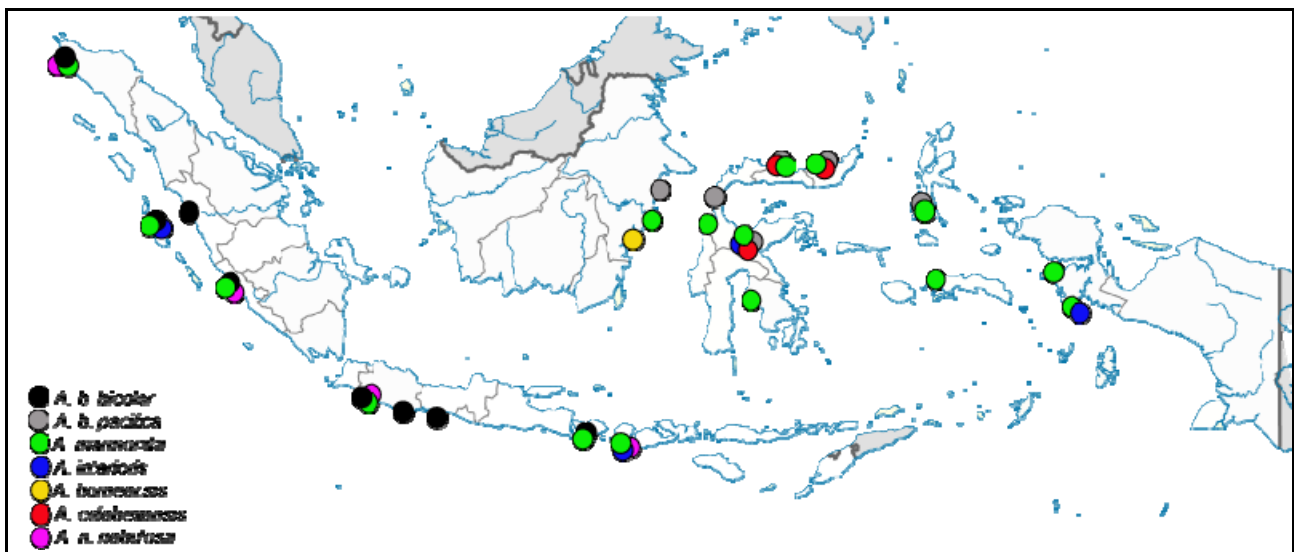


Figure 2. Distribution and species composition of tropical eel in Indonesia water.

The endemic eel species with typically small population are more prone to extinction, because as the genetic consequences of small population are more inbreeding depression and less of population size. Loss of genetic diversity in endemic species was reduced the ability of species to respond the environmental change. Here, we proposed the management and conservation of eel endemic species. The necessary precursor for genetic management of endemic species is increased their population size. One efforts could be done is restricting the capture and trading the species through in situ conservation. Based on the mapping of eel distribution we suggested to conserve three locations that could be an in situ conservation of eel; Mentawai, Poso and Mahakam. These locations were suspected as the spawning area and grow up of eel both endemic and non-endemic species.

The phylogenetic relationship and genetic diversity was constructed and calculated based on mitochondrial DNA *cytochrome b* gene sequence of *Anguilla* that covered all of the geographical distribution in Indonesian waters. The genetic structure of populations responsible for a given genetic architecture and evolutionary factors is an important objective of population genetics. In this study we present genetic diversity and phylogenetic relationship among and within species in the genus *Anguilla* to understand the evolutionary process of Anguillids that inhabit in Indonesian waters. Seven species of Indonesian tropical eels showed a higher haplotype and nucleotide diversity at the *cyt b* locus with haplotype and nucleotide diversity (π) 0.98 and 4.57% respectively. Phylogenetic tree showed *A. borneensis* is most likely as basal species in Indonesia water (Figure 3).

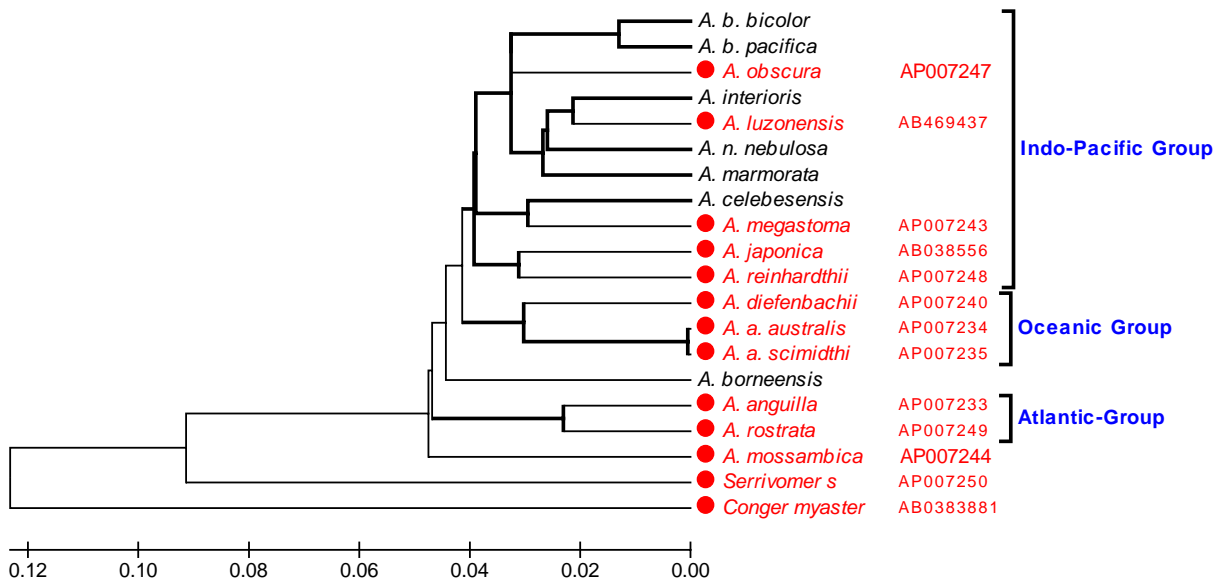


Figure 3. Dendrogram of genetic distance of Indonesian tropical eel based on cytochrome b gene sequence, without dot (●): *cyt b* sequence from this study and with dot (●): based on sequence from GenBank.

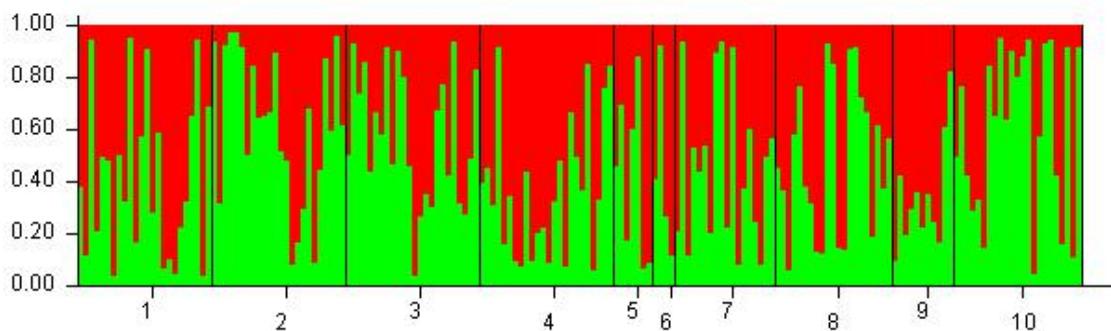


Figure 4. Clustering analyses (K=2) for the *Anguilla bicolor* data set (180 individual, 10 population and 7 loci) performed using STRUCTURE program (Pritchard et al. 2000).

The economic important short-finned eel, *Anguilla bicolor*, has a relatively wide geographic distribution compared to the 19 species and subspecies of the genus *Anguilla*, it is distributed longitudinally from the eastern coasts of Africa through the seas around Indonesia to New Guinea in the Pacific Ocean. The genotypes of seven microsatellite DNA were analyzed for 180 specimens collected from 10 representative locations where two subspecies have been found. Analyses with seven microsatellite loci showed expected (H_e) and observed (H_o) heterozygosity of each locus ranging from 0.594 to 0.921 and from 0.250 to 1.000 respectively. All of locus showed high polymorphic. Based on F_{ST} value and clustering test, there is no structure and fragmentation of *A. bicolor* in Indonesian water (Figure 4).

While the economic important and widespread of eel, *A. marmorata* and *A. bicolor*, can be utilized under controlled or quota fisheries. The most important consideration on the utilization of economically eel is maintenance of genetic diversity and maintenance the population from endangered species. In temperate areas where eel is economically important fish, conservation and management glass eel has been managed. Management on utilization of the glass eel in temperate areas included natural recruitment was low, restriction on fishing, fishing gear control, imposing size limits or requiring fishing licenses and facilitating the passage of glass eel over dams (Ringuelet 2002).

Next discussion we would like to emphasize that Indonesian water is a "center of the origin of Anguillia" of eels because there are a lot of species. But to propose these hypotheses, we must find the more basal lineage of eels in the phylogeny of the genus and distribution of this basal species. Accordance to Minegishi et al. (2005) was constructed the phylogenetic tree based on complete mtDNA that suggested *A. mossambica* as basal species, followed by the six species of *A. borneensis* and the Atlantic (two species) and Oceanian (three species) species with vary distribution. Another clade is 11 Indo-Pacific species were the geographic distributions adjacent to each other. So there are two large phylogenetic groups of anguillid eels which have different evolutionary histories. Therefore, the evolutionary process of the genus *Anguilla* might not be simple, and the present geographic distribution could be attributed to, for example, multiple dispersal events, multidirectional dispersion, or past extinctions. As the result, the question the origin of freshwater anguillid eels genus *Anguilla* not really clear and that is always intriguing for scientists (Minegishi et al. 2005).

The international trade in glass eel has become increasingly global in its influences in recent decades due in part to more extensive eel aquaculture effort in China and Korean, so a lot of glass eel from tropical area especially from Indonesia has been sent to support aquaculture there. To overcome the over exploitation of the glass eel for export purpose so Indonesian government through the Ministry of Marine Affairs and Fisheries have made a regulation that banning the export of small eel less

than 150 g (PERMEN No.19/MEN/2012). The objective of this regulation is to increase the aquaculture production of eel. However there is still need a new regulation to reduce anthropogenic influences, to manage and conservation of eels and to restrict all collections of glass eel.

The last question only tested in this survey is the research of structure inside the large distribution species. In Indonesia, *A. interioris* is scarcely observed and no intraspecific structure could be investigated. But *A. marmoratus* and *A. b. bicolor* have been sampled in most parts of the country and deserve more detailed investigations. These species have been recently analyzed in their whole distribution from western Indian Ocean to eastern Pacific Ocean (Gagnaire et al. 2009, 2011; Minegishi et al. 2012) but a detailed phylogeography using both mtDNA and nuclear markers in Indonesian, crossroad country between several oceans, is still missing. A preliminary study of *A. b. bicolor* is proposed in this thesis.

A critical first step in species conservation is to gain a clear understanding of its taxonomy. Considering Indonesian water is inhabited by several sympatric species of tropical eels, almost all morphological characters in this genus are overlapping. So a rapid and efficient identification technique is needed. The semi-multiplex PCR that has been developed in the present study has successfully distinguished seven species that inhabit the waters of Indonesia through one-step PCR. After establishing the identification species and subspecies methods then we constructed the distribution and dispersal pattern, phylogenetic relationship among species that inhabit Indonesian waters and the population genetic structure of species that have widespread distribution. All the information obtained in this study was needed for conservation management of anguillids in Indonesian waters.

REFERENCES

- Aoyama J, Watanabe S, Nishida M, Tsukamoto K. 2000. Discrimination of catadromous eel species, genus *Anguilla*, using PCR-RFLP analysis of the mitochondrial 16SrRNA domain. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 129:873-878.
- Aoyama J, Ishikawa S, Otake T, Mochioka N, Suzuki Y, Watanabe S, Shinoda A, Inoue J, Lokman PM, Inagaki T, Oya M, Hasumoto H, Kubokawa K Lee TW, Fricke H, Tsukamoto K. 2005. Molecular approach to species identification of eggs with respect to determination of the spawning site of the Japanese eel *Anguilla japonica*. *Fisheries Science* 67: 761-763.
- Aoyama J. 2009. Life History and evolution of migratio in catadromous eels (Genus *Anguilla*). *Aqua-Bio.Sci.Monogr.* 2:1-42.
- Ege V. 1939. A revisi of The Genus *Anguilla* Shaow, A systemic, phylogenetic and geographical study. London: Oxford University Press. 260 pp.
- Fahmi MR, Solihin DD, Soewardi K, Pouyaud L, Shao Z and Berrebi P. 2012. A novel semi-multiplex PCR assay for identification of tropical eels of genus *Anguilla* in Indonesia water. *Fish Sci.* DOI 10.1007/s12562-012-0587-0 79: 185-191
- Frankham R, Ballau JD and Briscoes DA. 2007. Introduction to conservation genetic. Cambridge University Press
- Gagnaire PA, Tsukamoto K, Aoyama J, Minegishi Y, Valade P, Berrebi P. 2007. RFLP and semi-multiplex PCR-based identification of four eel species from the south-western Indian Ocean region. *J. Fish Biol.* 71B: 279-287.

- Gagnaire PA, Minegishi Y, Aoyama J, Réveillac E, Robinet T, Bosc P, Tsukamoto K, Feunteun E, Berrebi P. 2009. Ocean currents drive secondary contact between *Anguilla marmorata* populations in the Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*; 379: 267-278. doi: 10.3354/meps07895.
- Kim W-J, Kong H-J, Kim Yo, Nam BoHye, Kim K-K. 2009. Development of RAPD-SCAR and RAPD-generated PCR-RFLP Markers for identification of four *Anguilla* eel species. *Anim. Cell. Sys.* 13:179-186
- Lehman D, Hettwer H, Taraschewski H. 2000. RAPD-PCR investigation of systematic relationships among four species of eels (Teleostei: Anguillidae), particularly *Anguilla anguilla* and *A. rostrata*. *J. Mar. Biol.* 137:195-204
- Michioka N. 2003. Leptocephali. In: Aida K, Tsukamoto K, Yamauchi K (eds). *Eel Biology*. Springer, Tokyo. pp.19-29.
- Miller MJ. 2003. The worldwide distribution of Anguillid leptocephali. In: Aida K, Tsukamoto K, Yamauchi K (eds). *Eel Biology*. Springer, Tokyo. pp.157-168.
- Minegishi Y, Aoyama J, Inoue JG, Miya M, Nishida M, Tsukamoto K. 2005. Molecular phylogeny and evolution of the freshwater eel genus *Anguilla* based on the whole mitochondrial genome sequence. *Mol. Phylogen. Evol.* 17: 3109-3122.
- Minegishi Y, Aoyama J, Inoue JG, Azanza, RV, Tsukamoto K. 2009. Inter-specific and subspecific genetic divergences of freshwater eels, genus *Anguilla* including a recently described species, *A. luzonensis*, based on whole mitochondrial genome sequences. *Coastal Marine Science*, 33, 64-77.
- Minegishi Y, Gagnaire PA, Aoyama J, Bosc P, Feunteun E, Tsukamoto K, Berrebi P. 2012. Present and past genetic connectivity of the Indo-Pacific tropical eel *Anguilla bicolor*. *J. Biogeogr.* 39: 408-420.
- Ringuet S, Muto F, Raymakers C. 2002. Eel: Their Harvest and Trade In Europe and Asia. *Traffic Bulletin*. Vol 19. No 2.
- Sezaki K, Itoi S, Watabe S. 2005. A simple method to distinguish two commercially valuable eel species in Japan *Anguilla japonica* and *A. anguilla* using polymerase chain reaction strategy with a species-specific primer. *Fish. Sci.* 71: 414-421.
- Trautner J. 2006. Rapid identification of European (*Anguilla anguilla*) and North American eel (*Anguilla rostrata*) by polymerase chain reaction. *Inf. Fischereiforsch.* 53: 49-51
- Watanabe S. 2004. Taxonomy of the freshwater eels genus *Anguilla*. Schrank, 1798. In: Aida, K., Tsukamoto, K., Yamauchi, K. (Eds.), *Eel Biology*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Watanabe S, Minegishi Y, Yoshinaga T, Aoyama J, Tsukamoto K. 2004. A quick method for species identification of the Japanese eel *Anguilla japonica* using real-time PCR: an onboard application for use during sampling surveys. *Mar. Biotechnol.* 6: 566-574.

Diversitas jamur endofit pada tumbuhan mangrove di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara

Diversity of endophytic fungi in mangrove plants on Sampiran Beach and Bunaken Island, North Sulawesi

SUCIATMIH

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, LIPI. CSC Jl Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-87907636, 87907604 Fax. 87907612, email: suciatmih2008@yahoo.ca

Manuskrip diterima: 4 Desember 2014. Revisi disetujui: 12 Januari 2015.

Abstrak. Suciatmih. 2015. *Diversitas jamur endofit pada tumbuhan mangrove di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 44-50.* Jamur endofit telah ditemukan di hampir semua keluarga tumbuhan, yang diwakili oleh banyak spesies di daerah iklim yang berbeda di dunia. Tujuan penelitian adalah untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jamur endofit yang mengkolonisasi tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara. Isolasi jamur endofit dilakukan dengan cara *direct planting*; dan identifikasi jamur menggunakan karakter morfologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 69 isolat jamur endofit berhasil diisolasi dari akar, daun dan ranting tumbuhan mangrove. Dari 69 isolat jamur yang terisolasi, 19 isolat (28%) berhasil diidentifikasi sampai spesies, 21 isolat (30%) sampai marga (genus) dan 29 isolat (42%) tidak memiliki spora sehingga tidak dapat diidentifikasi secara mikroskopis dan kemudian diklasifikasikan sebagai isolat yang belum teridentifikasi (unidentified). Jamur endofit yang terisolasi termasuk dalam kelompok *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Guignardia*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Talaromyces* dan *Trichoderma*. Dapat disimpulkan bahwa tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara terkolonisasi jamur endofit. Jamur endofit *Talaromyces leycettanus* mungkin merupakan informasi baru dari tumbuhan mangrove.

Kata kunci: diversitas, jamur endofit, tumbuhan mangrove

Abstrak. Suciatmih. 2015. *Diversity of endophytic fungi in mangrove plants on Sampiran Beach and Bunaken Island, North Sulawesi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 44-50.* Endophytic fungi have been found in nearly all plant families, represented by many species in different climate regions in the world. The research objective was to isolate and identify endophytic fungi which colonize in mangrove plants growing on Sampiran Beach and Bunaken Island, North Sulawesi. Isolation of endophytic fungi was done by direct planting; and the isolates were identified based on morphological characters. The results indicated that 69 isolates of endophytic fungi were isolated from the roots, leaves, and twigs of mangrove plants. Of the 69 isolates, 19 isolates (28%) were identified to species level, 21 isolates (30%) to the genus and 29 isolates (42%) were unidentified as no spores were not observed, impeding the microscopic identification. The endophytic fungi isolated belong to group *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Guignardia*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis*, *Talaromyces* and *Trichoderma*. It could be concluded that mangrove plants growing on Sampiran Beach and Bunaken Island, North Sulawesi were colonized by endophytic fungi. Furthermore, this study also isolated *Talaromyces leycettanus* from the mangrove plants. This finding might be new information regarding endophytic fungi colonizing in mangrove plants.

Key words: diversity, endophytic fungi, mangrove plants

PENDAHULUAN

Mangrove dikenal sebagai layanan ekologis baik di daerah tropis maupun subtropis dengan menyediakan *niches* (relung ekologi) bagi berbagai flora, fauna dan mikroba. Jamur endofit adalah salah satu mikroba yang telah ditemukan di hampir semua keluarga tumbuhan, termasuk tumbuhan mangrove. Komunitas jamur endofit merupakan komponen penting dari suatu ekosistem hutan dan berkontribusi sangat nyata pada diversitasnya (Giordano et al. 2009).

Jamur endofit merupakan komponen penting bagi diversitas jamur. Diperkirakan ada $1,38 \times 10^6$ spesies

jamur endofit dari 300.000 spesies tumbuhan yang ada di planet ini (Strobel and Daesy 2003; Dhanalakshmi et al. 2013). Besarnya perkiraan tersebut disebabkan satu spesies tumbuhan dapat dikolonisasi oleh satu atau beberapa jamur endofit.

Jamur endofit adalah kelompok jamur yang secara taksonomi termasuk di dalam Ascomycota (Parfitt et al. 2010; Angelini et al. 2012; Qadri et al. 2013; Sunitha et al. 2013), Basidiomycota (Shukla and Mishra 2012; Suwannarach et al. 2012; Qadri et al. 2013) dan Zygomycota (Selim et al. 2011; Bhagobaty and Joshi 2012; Maheswari and Rajagopal 2013) dengan masing-masing bentuk struktur seksualnya adalah askospora, basidiospora

dan zygospora. Jamur endofit juga termasuk di dalam *Mitosporic fungi* (Deuteromycota) (Varvas et al. 2013; Venkatesan and Suryanarayanan 2013; Xiong et al. 2013). Deuteromycota adalah kelompok jamur tidak kawin atau kelompok sementara yang terdiri dari jamur yang fase seksualnya belum teridentifikasi atau jamur yang telah kehilangan fase seksual atau anamorf dari divisi lain terutama Ascomycota dan beberapa Basidiomycota.

Endofit adalah mikroba yang berada di dalam jaringan tumbuhan hidup tanpa merugikan tumbuhan inangnya (Fisher and Petrini 1987). Perhatian terhadap endofit telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir karena endofit mempunyai beberapa fungsi, seperti meningkatkan pengambilan nutrisi tumbuhan (Chanway 1996), dapat meningkatkan pertumbuhan dan vigor tumbuhan (Ting et al. 2008), berpotensi memberikan resistensi pada tumbuhan melawan infeksi patogen (Ting et al. 2007) dan sebagai sumber metabolit sekunder (Strobel and Daesy 2003).

Tujuan penelitian adalah menginventarisasi jamur endofit yang mengkolonisasi tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara. Jamur endofit yang terisolasi merupakan sumber genetik yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan lain.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan hidup yang digunakan dalam penelitian ini berupa akar, daun dan ranting tumbuhan mangrove sehat diperoleh dari Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara (Gambar 1). Bahan kimia yang digunakan

adalah alkohol 70%, bayclin (5,25% NaClO), kloramfenikol, parafin cair dan *Potato Dextrose Agar* (PDA).

Metode penelitian

Ada tiga tahap untuk mendapatkan isolat jamur endofit, yaitu 1) mengisolasinya dari organ tumbuhan sehat, 2) memurnikannya dan 3) mengidentifikasinya.

Isolasi jamur endofit

Jamur endofit diisolasi dari tumbuhan mangrove menggunakan teknik *direct planting* yang dikemukakan oleh Nakagiri et al. (2005). Organ tumbuhan sehat seperti akar, daun dan ranting terlebih dahulu dicuci dengan air kran hingga bersih kemudian dipotong 1 cm x 1 cm. Potongan dari masing-masing organ tumbuhan ditempatkan secara terpisah di dalam botol jam dan disterilisasi dengan alkohol 70% selama 1 menit dan pemutih (mengandung 5,3% natrium hipoklorit) selama 2 menit. Potongan bagian tumbuhan kemudian dibilas dengan air yang telah disterilisasi sebanyak 3 kali dan dimasukkan ke dalam tissue tebal steril selama 3-4 jam (sampai kering). Isolasi jamur endofit dilakukan dengan teknik *direct planting*, yaitu dengan meletakkan bagian tumbuhan yang sudah kering (5-6 potongan) di atas permukaan agar 2% medium yang telah ditambahkan kloramfenikol (200 mg / 1 liter medium). Seluruh medium yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu ruang (27-28°C). Morfologi koloni yang penampilan, warna dan ukurannya sama dianggap isolat yang sama; dan setiap koloni representatif dipisahkan menjadi isolat-isolat tersendiri.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di kawasan mangrove: A. Pantai Sampiran, dan B. Pulau Bunaken, Sulawesi Utara.

Pemurnian jamur endofit

Pemurnian jamur pembentuk spora dilakukan dengan cara isolasi spora tunggal (Gandjar et al. 1992), sedangkan untuk jamur tidak membentuk spora dilakukan dengan cara menumbuhkan jamur pada medium PDA; dan dengan bantuan mikroskop stereo, hifa tunggal dari jamur ditransfer ke medium PDA (Nakagiri et al. 2005).

Identifikasi jamur endofit

Buku identifikasi dari Domsch et al. (1980) dan Nakagiri et al. (2005) digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi jamur endofit secara morfologi meliputi pengamatan makroskopis dan mikroskopis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berhasil diisolasi 69 isolat jamur endofit dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken, Sulawesi Utara (Tabel 1 dan 2; Gambar 2). Dari 69 isolat jamur yang terisolasi, 19 isolat (27,54%) berhasil diidentifikasi sampai spesies, 21 isolat (30,43%) sampai marga (genus) dan 29 isolat (42,03%) tidak memiliki spora sehingga tidak dapat diidentifikasi secara mikroskopis dan kemudian diklasifikasikan sebagai isolat yang belum teridentifikasi (unidentified).

Tabel 1 dan 2 memperlihatkan bahwa isolat jamur endofit yang terisolasi dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai *Aspergillus fumigatus* Fres. (1 isolat), *Aspergillus niger* Van Tieghem (8 isolat), *Aspergillus* sp. (2 isolat), *Colletotrichum* sp. (7 isolat), *Fusarium* sp. (2 isolat), *Guignardia endophyllicola* Okane, Nakagiri, dan Ito (5 isolat), *Penicillium* sp. (2 isolat), *Pestalotiopsis* sp. (7 isolat), *Phomopsis* sp. (1 isolat), *Talaromyces leycettanus* Evans dan Stolk (3 isolat) dan *Trichoderma harzianum* Rifai (2 isolat).

Dua spesies dari dua marga (*Guignardia* dan *Talaromyces*) jamur endofit termasuk dalam kelompok Ascomycota; dan 9 spesies dari 7 marga (*Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phomopsis* dan *Trichoderma*) jamur endofit termasuk dalam Deuteromycota. Delapan isolat (11,59%) jamur endofit termasuk dalam Ascomycota, sedangkan 32 isolat (46,38%) jamur endofit termasuk dalam Deuteromycota (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1 dan 2 menunjukkan pula bahwa pada daun *Sonneratia* sp., *A. fumigatus* (34-24), *Fusarium* sp. (37-4; 41-3) dan *T. leycettanus* (35-4) ditemukan di Pantai Sampiran tetapi tidak ditemukan di Pulau Bunaken. Sebaliknya, *A. niger* (42-9) dan *Pestalotiopsis* sp. (39-12) ditemukan pada daun *Sonneratia* sp. di Pulau Bunaken tetapi tidak ditemukan di Pantai Sampiran. Demikian pula pada ranting *Sonneratia* sp., *Pestalotiopsis* sp. (41-5; 41-6; 41-7; 41-8) ditemukan di Pantai Sampiran tetapi tidak ditemukan di Pulau Bunaken. Sebaliknya, *G. endophyllicola* (38-6) ditemukan pada ranting *Sonneratia* sp. di Pulau Bunaken tetapi tidak ditemukan di Pantai Sampiran.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kecuali pada *Ceriops* sp., jamur endofit yang terisolasi dari daun *Avicennia alba*, *A. marina*, *Bruguiera* sp. dan *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pantai Sampiran adalah *A. fumigatus*, *A. niger*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *G. endophyllicola*, *T. leycettanus* dan *T. harzianum*, sedangkan yang terisolasi dari ranting adalah *A. niger*, *Aspergillus* sp., *Colletotrichum* sp., *Pestalotiopsis* sp. dan *Phomopsis* sp. *Colletotrichum* sp. (37-6, 38-5, 41-2, 42-2, 42-10 dan 42-11) adalah jamur endofit yang banyak terisolasi dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa jamur endofit *A. niger*, *Colletotrichum* sp., *G. endophyllicola* dan *Pestalotiopsis* sp. diisolasi dari daun; *A. niger* dan *G. endophyllicola* diisolasi dari ranting; dan *A. niger*, *Penicillium* sp. dan *Pestalotiopsis* sp. diisolasi dari akar *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pulau Bunaken. *Aspergillus niger* (42-9, 34-25, 42-3, 42-5 dan 42-6) adalah jamur endofit yang terisolasi dari setiap organ *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pulau Bunaken; dan jumlah isolatnya paling banyak.

Pembahasan

Lima spesies tumbuhan mangrove (*Avicennia alba*, *A. marina*, *Bruguiera* sp., *Ceriops* sp. dan *Sonneratia* sp.) yang tumbuh di Pantai Sampiran; dan 1 spesies tumbuhan mangrove (*Sonneratia* sp.) yang tumbuh di Pulau Bunaken, Sulawesi Utara, semuanya menjadi inang jamur endofit (Tabel 1 dan 2; Gambar 2).

Jumlah spesies (2) dan jumlah isolat (11,59%) jamur endofit dari tumbuhan mangrove yang termasuk dalam Ascomycota adalah lebih kecil daripada jumlah spesies (9) dan jumlah isolat (46,38%) jamur endofit yang termasuk dalam Deuteromycota. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jamur endofit yang terisolasi dari tumbuhan mangrove didominasi oleh Deuteromycota. Karakter morfologi jamur dari Deuteromycota menghasilkan sejumlah besar konidia yang berukuran kecil sehingga konidia dapat menyebar dalam jarak yang jauh untuk meningkatkan populasinya (Swier et al. 2011). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa jamur endofit yang termasuk dalam Basidiomycota dan Zygomycota tidak terisolasi. Hal ini mungkin disebabkan media yang digunakan dalam penelitian kurang sesuai bagi ke dua kelompok jamur endofit tersebut.

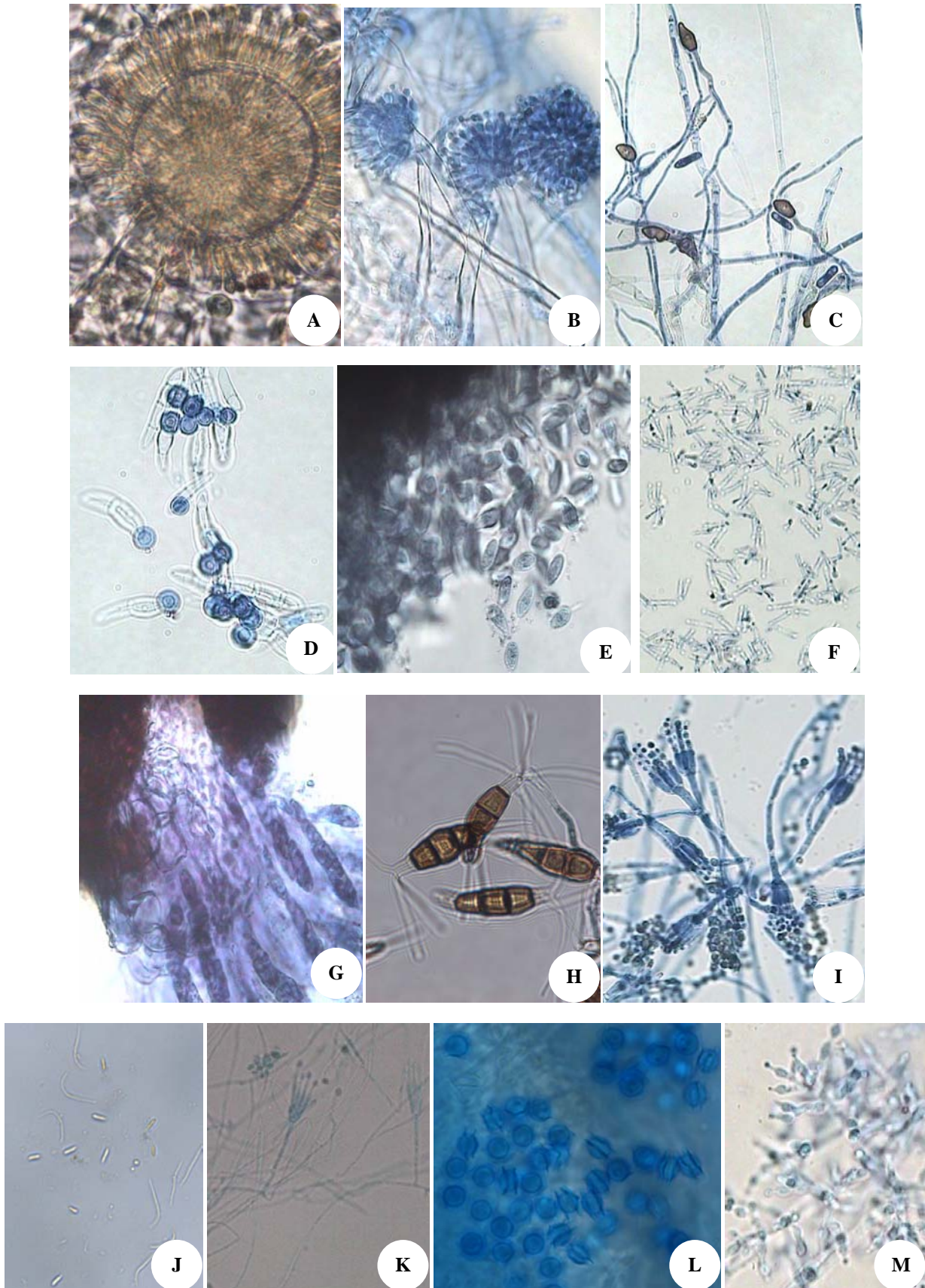
Komposisi jamur endofit pada daun dan ranting dari kelompok tumbuhan yang sama, yaitu *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken menunjukkan perbedaan (Tabel 1 dan 2). Komposisi jamur endofit yang terisolasi dari daun dan ranting *Avicennia alba*, *A. marina*, *Bruguiera* sp. dan *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pantai Sampiran juga menunjukkan perbedaan (Tabel 1). Demikian pula dengan komposisi jamur endofit pada akar, daun dan ranting dari *Sonneratia* sp. yang tumbuh di Pulau Bunaken menunjukkan perbedaan (Tabel 2). *Colletotrichum* sp. (37-6, 38-5, 41-2, 42-2, 42-10 dan 42-11) adalah jamur endofit yang banyak terisolasi dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran, sedangkan *A. niger* (42-9, 34-25, 42-3, 42-5 dan 42-6) adalah jamur endofit yang banyak terisolasi dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pulau Bunaken (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Jamur endofit tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran, Sulawesi Utara

Tumbuhan inang	Organ tumbuhan	Jumlah	Jamur dan kode isolat	Kelompok taxa
<i>Avicennia alba</i> Blume	Daun	1	<i>Aspergillus niger</i> (35-1)	Deuteromycota
		1	<i>Guignardia endophyllicola</i> (42-1)	Ascomycota
		1	<i>Talaromyces leycettanus</i> (35-5)	Ascomycota
		1	Unidentified (37-13)	
	Ranting	1	<i>Aspergillus</i> sp. (40-3)	Deuteromycota
		1	<i>Phomopsis</i> sp. (37-8)	Deuteromycota
1		Unidentified (37-10)		
<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Daun	1	<i>Talaromyces leycettanus</i> (37-7)	Ascomycota
		1	<i>Trichoderma harzianum</i> (37-9)	Deuteromycota
		1	Unidentified (37-12)	
	Ranting	1	<i>Colletotrichum</i> sp. (37-6)	Deuteromycota
		1	Unidentified (37-11)	
	<i>Bruguiera</i> sp.	Daun	1	<i>Trichoderma harzianum</i> (37-14)
1			<i>Guignardia endophyllicola</i> (38-2)	Ascomycota
2			<i>Colletotrichum</i> sp. (38-5; 41-2)	Deuteromycota
Ranting		6	Unidentified (43-2; 43-8; 43-9; 44-1; 44-2; 44-4)	
<i>Ceriops</i> sp.	Daun	1	<i>Aspergillus</i> sp. (43-7)	Deuteromycota
		1	<i>Colletotrichum</i> sp. (42-2)	Deuteromycota
		1	Unidentified (42-1)	
<i>Sonneratia</i> sp.	Daun	1	<i>Aspergillus fumigatus</i> (34-24)	Deuteromycota
		2	<i>Colletotrichum</i> sp. (42-10; 42-11)	Deuteromycota
		2	<i>Fusarium</i> sp. (37-4; 41-3)	Deuteromycota
		1	<i>Guignardia endophyllicola</i> (39-3)	Ascomycota
		1	<i>Talaromyces leycettanus</i> (35-4)	Ascomycota
	Ranting	2	<i>Aspergillus niger</i> (39-11; 42-4)	Deuteromycota
		4	<i>Pestalotiopsis</i> sp. (41-5; 41-6; 41-7; 41-8)	Deuteromycota
		4	Unidentified (42-8; 42-13; 43-4; 43-6)	

Tabel 2. Jamur endofit tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pulau Bunaken, Sulawesi Utara

Tumbuhan inang	Organ tumbuhan	Jumlah	Jamur dan kode isolat	Kelompok taxa
<i>Sonneratia</i> sp.	Daun	1	<i>Colletotrichum</i> sp. (37-15)	Deuteromycota
		1	<i>Guignardia endophyllicola</i> (38-1)	Ascomycota
		1	<i>Pestalotiopsis</i> sp. (39-12)	Deuteromycota
		1	<i>Aspergillus niger</i> (42-9)	Deuteromycota
		1	Unidentified (40-12)	
	Ranting	1	<i>Guignardia endophyllicola</i> (38-6)	Ascomycota
		2	<i>Aspergillus niger</i> (34-25; 42-3)	Deuteromycota
		7	Unidentified (39-6; 39-7; 39-8; 39-10; 39-13; 42-12; 43-3)	
	Akar	2	<i>Aspergillus niger</i> (42-5; 42-6)	Deuteromycota
		2	<i>Penicillium</i> sp. (34-26; 35-6)	Deuteromycota
		2	<i>Pestalotiopsis</i> sp. (41-1; 41-4)	Deuteromycota
		6	Unidentified (39-2; 39-4; 39-5; 39-9; 43-5; 44-3)	



Gambar 2. a. *Aspergillus niger*, b. *Aspergillus*, c. *Colletotrichum*, d. *Fusarium*, e. *Phyllosticta capitalensis* (anamorf *Guignardia endophyllicola*), f. spermata dari *G. endophyllicola*, g. *G. endophyllicola*, h. *Pestalotiopsis*, i. *Penicillium*, j. *Phomopsis*, k. *Penicillium* (anamorf *Talaromyces leycettanus*), l. *T. leycettanus* dan m. *Trichoderma harzianum*. 1000 x

Jamur endofit *A. niger* terisolasi dari setiap organ *Sonneratia* sp. yang diteliti (Tabel 2); dan marga *Aspergillus* adalah jamur yang banyak terisolasi, yaitu 3 spesies (*A. niger*, *A. fumigatus* dan *Aspergillus* sp.) (Tabel 1 dan 2). Habitat yang berkaitan dengan tumbuhan merupakan lingkungan yang dinamis, menyebabkan banyak faktor dapat mempengaruhi komposisi jamur endofit. Keberadaan jamur endofit pada tumbuhan tampaknya dipengaruhi oleh faktor ekologi dan fisiologi tumbuhan (Khan et al. 2010), seperti lokasi geografis (Okane et al. 1998; Collado et al. 1999); dan umur serta spesifikasi jaringan inang (Khan et al. 2010; Mahesh et al. 2005; Okane et al. 1998). Rubini et al. (2005) menginformasikan bahwa komunitas jamur endofit mungkin tergantung pada interaksi dengan mikroba endofit atau patogen lainnya

Kecuali *Talaromyces leycettanus*, jamur endofit lainnya sudah banyak dilaporkan dari tumbuhan mangrove dan tumbuhan lainnya. *Aspergillus fumigatus* dilaporkan dari tumbuhan mangrove *Aegiceras corniculatum*, *Ceriops tagal* dan *Rhizophora mucronata* (Tariq et al. 2006). Jamur endofit *A. niger* diinformasikan dari tumbuhan mangrove *Avicennia marina* (Bharathidasan and Panneerselvam 2011), dari *Ceriops decandra* dan *Excoecaria agallocha* (Kumaresan and Suryanarayanan 2001; Sridhar 2009); serta dari *Aegiceras corniculatum*, *Ceriops tagal* dan *Rhizophora mucronata* (Tariq et al. 2006). *Colletotrichum gloeosporioides* dilaporkan dari tanaman mangrove *Bruguiera cylindrica* dan *Lumnitzera racemosa* (Kumaresan and Suryanarayanan 2001); dari *Acanthus ilicifolius*, *Excoecaria agallocha*, *Ipomoea pes-caprae*, *Rhizophora apiculata* dan *Stachytarpheta jamaicensis* (Nakagiri et al. 2005); serta dari *Bruguiera cylindrica* (Sridhar 2009). *Fusarium* spp. diinformasikan dari tumbuhan mangrove *Aegiceras corniculatum*, *Ceriops tagal* dan *Rhizophora mucronata* (Tariq et al. 2006); serta dari *Acanthus ilicifolius*, *Avicennia officinalis* dan *Rhizophora mucronata* (Banerjee 2010). *Guignardia endophyllicola* dilaporkan dari tumbuhan mangrove *Avicennia alba*, *A. officinalis*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Derris thyrsoflora*, *Excoecaria agallocha*, *Hibiscus tiliaceus*, *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sonneratia caseolaris* dan *Sonneratia* sp. (Nakagiri et al. 2005). *Penicillium* spp. diinformasikan dari tumbuhan mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* (Chen et al. 2007; Zhou et al. 2014); dari *Laguncularia racemosa* (Costa et al. 2012); dan dari *Avicennia marina* (Zheng et al. 2014). *Pestalotiopsis* spp. dilaporkan dari tumbuhan mangrove *Rhizophora apiculata* (Kumaresan and Suryanarayana 2002; Nakagiri et al. 2005); dari *Acanthus ilicifolius* (Maria et al. 2005; Premjanu and Jayanthi 2012); dari *Rhizophora mucronata* (Nakagiri et al. 2005; Xu et al. 2009a and 2009b); dari *Sonneratia caseolaris* (Nakagiri et al. 2005; Liu et al. 2012); dari *Kandelia candel* (Pang et al. 2008; Liu et al. 2012); dan dari *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. sexangula*, *Ceriops tagal*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora stylosa* serta *Xylocarpus granatum* (Liu et al. 2012). *Phomopsis* spp. diinformasikan dari tumbuhan mangrove *Ceriops decandra*, *Excoecaria*

agallocha dan *Lumnitzera racemosa* (Kumaresan and Suryanarayanan 2001); dari *Rhizophora apiculata* (Kumaresan and Suryanarayanan 2002); dari *Avicennia alba*, *Avicennia officinalis*, *Calophyllum inophyllum*, *Sonneratia* sp. dan *Terminalia catappa* (Nakagiri et al. 2005); dari *Kandelia candel* (Pang et al. 2008); dan dari *Avicennia officinalis* serta *Rhizophora mucronata* (Banerjee 2010). *Trichoderma harzianum* dilaporkan dari tumbuhan *Adhatoda vasica* (Shukla and Mishra 2012); dari *Ipomoea carnea* (Tayung et al. 2012); dari *Juniperus rigida* dan *Larix kaempferi* (Kim et al. 2013); serta dari *Taxus chinensis* var. *mairei* (Wu et al. 2013). Li et al. (2011) menginformasikan bahwa *Talaromyces flavus* diisolasi dari tumbuhan mangrove *Sonneratia apetala*, sedangkan *Talaromyces trachyspermus* diisolasi dari *Coffea robusta* (Sette et al. 2006); dan dari *Cedrus deodara* (Qadri et al. 2013). Jamur endofit *T. leycettanus* mungkin merupakan informasi baru dari tumbuhan mangrove.

Tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran dan Pulau Bunaken terkolonisasi oleh jamur endofit. *Colletotrichum* sp. (6 isolat) adalah jamur endofit yang banyak terisolasi dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pantai Sampiran, sedangkan *Aspergillus niger* (5 isolat) adalah jamur endofit yang banyak terisolasi dari tumbuhan mangrove yang tumbuh di Pulau Bunaken. Jamur endofit *Talaromyces leycettanus* mungkin merupakan informasi baru dari tumbuhan mangrove. Jamur endofit yang terisolasi dari tumbuhan mangrove akan dianalisis manfaatnya sebagai agen biokontrol pada penelitian mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui Proyek DIKTI Tahun Anggaran 2011. Terima kasih penulis sampaikan pula kepada Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor yang telah menyediakan fasilitas laboratorium; dan Ety Suryati (teknisi Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI) yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angelini P, Rubini A, Gigante D, Reale L, Pagiotti R, Venanzoni R. 2012. The endophytic fungal communities associated with the leaves and roots of the common reed (*Phragmites australis*) in Lake Trasimeno (Perugia, Italy) in declining and healthy stands. *Fungal Ecol* 30: 1-11.
- Banerjee D. 2010. Endophytic fungal diversity in tropical and subtropical plants. *Res J Microbiol* 6 (1): 54-62.
- Bhagobaty RK, Joshi SR. 2012. Antimicrobial and antioxidant activity of endophytic fungi isolated from ethnomedicinal plants of the “sacred forests” of Meghalaya, India. *Mikologia Lekarska* 19 (1): 5-11.
- Bharathidasan B, Panneerselvam A. 2011. Isolation and identification of endophytic fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India. *European Journal of Experimental Biology* 1 (3): 31-36.
- Chanway CP. 1996. Endophytes they're not just fungi. *Canadian J Bot* 74: 321-322.

- Chen G, Zhu Y, Wang H-Z, Wang S-J, Zhang R-Q. 2007. The metabolites of a mangrove endophytic fungus, *Penicillium thomi*. J Asian Nat Prod Res 9 (2): 159-164.
- Collado J, Platas G, González I, Peláez F. 1999. 'Geographical and seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Quercus ilex*'. New Phytol 144: 525-532.
- Costa IPMW, Maia LC, Cavalcanti MA. 2012. Diversity of leaf endophytic fungi in mangrove plants of Northeast Brazil. Braz J Microbiol 43 (3): 1165-1173.
- Dhanalakshmi R, Umamaheswari S, Sugandhi P, Prasanth DA. 2013. Biodiversity of the endophytic fungi isolated from *Moringa oleifera* of Yercaud Hills. Intl J Pharm Stud Res 4 (3): 1064-1068.
- Domsch KH, Gams W, Anderson T. 1980. Compendium of soil fungi Vol I. Academic Press, London.
- Fisher PJ, Petrini O. 1987. Location of fungal endophytes in tissues of *Suaeda frutescens*: a preliminary study. Trans Br Mycol Soc 89: 246-249.
- Gandjar I, Koentjoro IR, Manguwardoyo W, Soebagya L. 1992. Pedoman praktikum mikrobiologi dasar. Jurusan Biologi, FMIPA, UI, Jakarta.
- Giordano L, Gonthier P, Varese GC, Miserere L, Nicolotti G. 2009. Mycobiota inhabiting sapwood of healthy and declining Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees in the Alps. Fungal Div 38: 69-83.
- Khan R, Shahzad S, Choudhary MI, Khan SA, Ahmad A. 2010. 'Communities of endophytic fungi in medicinal plant *Withania somnifera*'. Pakistan J Bot 42 (2): 1281-1287
- Kim CK, Eo JK, Eom AH. 2013. Diversity and seasonal variation of endophytic fungi isolated from three conifers in Mt. Taehwa, Korea. Micobiology 41 (2): 82-85.
- Kumaresan V, Suryanarayanan TS. 2001. Occurrence and distribution of endophytic fungi in a mangrove community. Mycol Res 105 (11): 1388-1391.
- Kumaresan V, Suryanarayanan TS. 2002. Endophyte assemblages in young, mature and senescent leaves of *Rhizophora apiculata*: evidence for the role of endophytes in mangrove litter degradation. Fungal Div 9: 81-91.
- Li H, Huang H, Saho C, Huang H, Jiang J, Zhu X, Liu Y, Liu L, Lu Y, Li M, Lin Y, She Z. 2011. Cytotoxic norsesquiterpene peroxides from the endophytic fungus *Talaromyces flavus* isolated from the mangrove plant *Sonneratia apetala*. J Nat Prod 74 (5): 1230-1235.
- Liu AR, Chen SC, Jin WJ, Zhao PY, Jeewon R, Xu T. 2012. Host specificity of endophytic *Pestalotiopsis* populations in mangrove plant species of South China. African J Microbiol Res 6 (33): 6262-6269.
- Mahesh N, Tejesvi MV, Nalini MS, Prakash S, Kini KR, Subbiah V, Shetty HS. 2005. Endophytic mycoflora of inner bark of *Azadirachta indica* A. Juss. Curr Sci 88 (2): 218-219.
- Maheswari S, Rajagopal K. 2013. Biodiversity of endophytic fungi in *Kigelia pinnata* during two different seasons. Curr Sci 104 (4): 515-518.
- Maria GL, Sridhar KR, Raviraja NS. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of southwest coast of India. J Agric Technol 1: 67-80.
- Nakagiri A, Okane I, Ito T, Kramadibrata K, Suciati, Retnowati A. 2005. A Guidebook to identification of fungi inhabiting mangrove and surrounding area in Indonesia. A report of GTI pilot study on fungal taxonomy.
- Okane I, Nakagiri A, Ito T. 1998. Endophytic fungi in leaves of ericaceous plants. Canadian J Bot 76 (4): 657-663.
- Pang KL, Vrijmoed LLP, Goh TK, Plaingam N, Jones EBG. 2008. Fungal endophytes associated with *Kandelia candel* (Rhizophoraceae) in Mai Po Nature Reserve, Hong Kong. Botanica Marina 51 (3): 171-178.
- Parfitt D, Hunt J, Dockrell D, Rogers HJ, Boddy L. 2010. Do all trees carry the seeds of their own destruction? PCR reveals numerous wood decay fungi latently present in sapwood of a wide range of angiosperm trees. Fungal Ecol 3: 338-346.
- Premjanu N, Jayanthi C. 2012. Endophytic fungi a repository of bioactive compounds-A review. Intl J Institut Pharm Life Sci 2 (1): 135-162.
- Qadri M, Johri S, Shah BA, Khajuria A, Sidiq T, Lattoo SK, Abdin MZ, Riyaz-Ul-Hassan S. 2013. Identification and bioactive potential of endophytic fungi isolated from selected plants of the Western Himalayas. Springer Plus 2 (8): 1-14.
- Rubini MR, Silva-Ribeiro RT, Pomella AWV, Maki CS, Araujo WL, dos Santos DR, Azevedo JL. 2005. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of witches' broom disease. Intl J Biol Sci 1: 24-33.
- Selim KA, El-Beih AA, Abdel-Rahman TM, El-Diwanly AI. 2011. Biodiversity and antimicrobial activity of endophytes associated with egyptian medicinal plants. Mycosphere 2 (6): 669-678.
- Sette LD, Passarini MRZ, Delarmelina C, Salati F, Duarte MCT. 2006. Molecular characterization and antimicrobial activity of endophytic fungi from coffee plants. World J Microbiol Biotechnol 22: 1185-1195.
- Shukla M, Mishra MK. 2012. Mycoflora associated with five commonly used medicinal plants of Karaikal (U.T. of Puducherry). Intl J Sci Res Publ 2 (12): 1-4.
- Sridhar KR. 2009. Fungal diversity of Pichavaram mangroves, southeast coast of India. Nature and Science 7 (5): <http://www.sciencepub.net, natureescience@gmail.com>
- Strobel G, Daisy B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. Microb Mol Biol Rev: 491-502.
- Sunitha VH, Devi DN, Srinivas C. 2013. Extracellular enzymatic activity of endophytic fungal strains isolated from medicinal plants. World J Agric Sci 9 (1): 01-09.
- Suwanarach N, Bussaban B, Nuangmek W, McKenzie EHC, Hyde KD, Lumyong S. 2012. Diversity of endophytic fungi associated with *Cinnamomum bejolghota* (Lauraceae) in Northern Thailand. Chiang Mai J Sci 39 (3): 389-398.
- Swier H, Dkhar MS, Kayang H. 2011. Fungal population and diversity in organically amended agricultural soils of Meghalaya, India. J Org Syst 6 (2): 3-12.
- Tariq M, Dawar S, Mehdi FS. 2006. Occurrence of fungi on mangrove plants. Pakistan J Bot 38 (4): 1293-1299.
- Tayung K, Sarkar M, Baruah P. 2012. Endophytic fungi occurring in *Ipomoea carnea* tissues and their antimicrobial potentials. Brazilian Archives of Biology and Technology 55 (5): <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132012000500003>
- Ting ASY, Meon S, Kadir J, Radu S, Singh G. 2007. Field evaluation of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* isolates UPM31P1 and UPM39B3 for the control fusarium wilt in pisang berangan (*Musa*, AAA). Proceeding of the International Symposium on Recent Advances in Banana Crop Protection for Sustainable Production and Improved Livelihoods, September, ISHS Acta Horticulturae. pp. 139-144.
- Ting ASY, Meon S, Kadir J, Radu S, Singh G. 2008. Endophytic microorganisms as potential growth promoters of banana. Biocontrol 53: 541-555.
- Varvas T, Kasekamp K, Kullman B. 2013. Preliminary study of endophytic fungi in timothy (*Phleum pratense*) in Estonia. Acta Mycologica 48 (1): 41-49.
- Venkatesan G, Suryanarayanan S. 2013. Fungi associated with the leaves of some hydrophyte plants. Intl J Curr Res Dev 1 (1): 53-69.
- Wu LS, Han T, Li WC, Jia M, Xue LM, Rahman K, Qin LP. 2013. Geographic and tissue influences on endophytic fungal communities of *Taxus chinensis* var. *mairei* in China. Curr Microbiol 66 (1): 40-48.
- Xiong ZQ, Yang YY, Zhao N, Wang Y. 2013. Diversity of endophytic fungi and screening of fungal paclitaxel producer from Anglojap yew, *Taxus media*. BMC Microbiol 13 (71): 2-10.
- Xu J, Kjer J, Sendker J, Wray V, Guan H, Edrada R, Lin W, Wu J, Proksch P. 2009a. Chromones from the endophytic fungus *Pestalotiopsis* sp. isolated from the chinese mangrove plant *Rhizophora mucronata*. J Nat Prod 72 (4): 662-665.
- Xu J, Kjer J, Sendker J, Wray V, Guan H, Edrada R, Müller WE, Bayer M, Lin W, Wu J, Proksch P. 2009b. Cytosporones, coumarins, and an alkaloid from the endophytic fungus *Pestalotiopsis* sp. isolated from the chinese mangrove plant *Rhizophora mucronata*. Bioorg Med Chem 17 (20): 7362-7367.
- Zheng C, Chen Y, Jiang L-L, Shi X-M. 2014. Antiproliferative metabolites from the endophytic fungus *Penicillium* sp. FJ-1 isolated from a mangrove *Avicennia marina*. Phytochem Lett 10: 272-275.
- Zhou Z-F, Kurtán T, Yang X-H, Mándi A, Geng M-Y, Ye B-P, Tagliatalata-Scafati O, Guo Y-W. 2014. Penibrugueramine A, a novel pyrrolizidine alkaloid from the endophytic fungus *Penicillium* sp. GD6 associated with chinese mangrove *Bruguiera gymnorrhiza*. Org Lett 16 (5): 1390-1393.

Keragaman ikan hias di lahan gambut Cagar Biosfer Bukit-Batu, Propinsi Riau

Diversity of ornamental fish in peatlands Biosphere Reserve Bukit-Batu, Riau Province

MELTA RINI FAHMI*, RENDY GINANJAR, RUBI VIDIA KUSUMAH

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Jl Perikanan No 13 Pancoran Mas, 16436 Depok, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-21-7520482. *email: meltarini.fahmi@kpk.go.id

Manuskrip diterima: 9 Desember 2014. Revisi disetujui: 12 Januari 2015.

Abstrak. Fahmi M, Ginanjar R, Kusumah RV. 2015. Keragaman ikan hias di lahan gambut Cagar Biosfer Bukit-Batu, Propinsi Riau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 51-58*. Lahan gambut merupakan lahan marginal yang saat ini berada pada status terancam, karena degradasi lingkungan dan alih fungsi lahan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa potensi ikan hias dilahan gambut yang masih alami dan yang telah terkonversi menjadi hutan tamanan industry. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel ikan di zona transisi, zona penyangga dan zona inti disamping itu juga dilakukan wawancara dengan nelayan penangkap ikan di lokasi tersebut. Ikan yang telah dikoleksi selanjutnya diidentifikasi dan dilakukan analisis potensinya sebagai ikan hias. Hasil yang diperoleh menunjukkan zona inti memiliki keragaman ikan hias yang paling tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Dari 29 spesies ikan yang teridentifikasi, memiliki potensi sebagai ikan hias; *Pangio kuhlii*, *Rasbora maculata*, *Rasbora doriocellata*, *Rasbora gracilis*, *Rasbora pauciferforata*, *Puntius pentazona*, *Puntius hexazona*, *Chaca bankanensis*, *Silurichthys hasselti*, *Silurichthys phaiosoma*, *Kryptoterus macrocephalus*, *Pelteobagus ornatus*, *Hemiramphorodon*, *Leiocassis porcilopterus*, *Mystus bimaculatus*, *Luciocephalus pulcer*, *Crossochelius oblongus*, *Osteochilus spilurus*, *Sphairichthys ospronemodes*, *Belontia haselty* sedangkan jenis *Helostoma temminckii*, *Channa pleurophthalamus*, *Channa striata* merupakan ikan konsumsi.

Kata kunci: Lahan gambut, keragaman ikan hias, Cagar Biosfer Bukit Batu

Abstract. Fahmi M, Ginanjar R, Kusumah RV. 2015. Diversity of ornamental fish in peatlands Biosphere Reserve Bukit-Batu, Riau Province. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 51-58*. The peatlands are a marginal land which nowadays in a threatened status, because of degradation habitat and land conversion. This study was conducted to analyze the potential of ornamental fish in the peatlands forests and the peatland that has been converted to industrial land. The study was conducted by using sampling fish methods in the transition zone, buffer zone, and core zone and also by interviews with fishermen in these locations. Fish that have been collected subsequently identified and analyzed for their potential as an ornamental fish. The results showed that fish in the core zone was most diverse compared with other zones. There are 21 species which was identified have potential as an ornamental fish; *Pangio kuhlii*, *Rasbora maculata*, *Rasbora doriocellata*, *Rasbora gracilis*, *Rasbora pauciferforata*, *Puntius pentazona*, *Puntius hexazona*, *Chaca bankanensis*, *Silurichthys hasselti*, *Silurichthys phaiosoma*, *Kryptoterus macrocephalus*, *Pelteobagus ornatus*, *Hemiramphorodon*, *Leiocassis porcilopterus*, *Mystus bimaculatus*, *Luciocephalus pulcer*, *Crossochelius oblongus*, *Osteochilus spilurus*, *Sphairichthys ospronemodes*, *Belontia haselty*, while *Helostoma temminckii*, *Channa pleurophthalamus*, *Channa striata* was identified as the consumption fish

Keywords: Peatlands, biodiversity of ornamental fish, Biosphere Reserve Bukit-Batu.

PENDAHULUAN

Perkembangan perdagangan ikan hias Indonesia di dunia terus mengalami peningkatan pada kurun waktu 5 tahun terakhir (2005-2010) yaitu sebesar US \$ 13.386.000 pada tahun 2005 dan meningkat menjadi US \$ 19.766.000 pada tahun 2010 (UN Comtrade 2011). Peningkatan tersebut menyebabkan Indonesia kini merupakan negara pengekspor ikan hias terbesar ke-5 pada tahun 2010, posisi ini di bawah Singapura, Spanyol, Jepang, serta Malaysia. Hal ini didukung oleh potensi sumberdaya ikan hias Indonesia yang cukup besar, kurang lebih 400 spesies ikan air tawar yang mendiami perairan Indonesia telah

diperdagangkan sebagai ikan hias (Satyani dan Subamia 2014). Namun sebagian besar ikan hias yang diperdagangkan tersebut masih berasal dari hasil tangkapan alam, sehingga resiko kepunahan ikan tersebut pun menjadi sangat terbuka.

Salah satu habitat yang banyak dihuni oleh ikan hias adalah lahan gambut (*peatland*) atau banyak juga dikenal juga dengan istilah lahan air hitam (*blackwater*). Lahan gambut merupakan kawasan marginal yang banyak mengalami alih fungsi menjadi perkebunan dan perumahan dan telah menjadi salah satu kawasan yang paling terancam saat ini (Ng dan Kotellat 1992). Beberapa karakteristik ekstrim dari lahan gambut adalah; warna air coklat dan terlihat hitam jika terkena sinar, bersifat asam (pH rendah),

air cenderung stagnan atau tergenang dalam cekungan, bervegetasi, substratnya lumpur dan serasah, kandungan oksigen dan kalsium rendah, tanahnya miskin hara, populasi biota yang menghuni lahan gambut cenderung merupakan populasi kecil dan unik, hampir semua ikan hias lahan gambut memiliki corak warna yang menarik (Shah et al. 2006). Shah et al. (2006) juga menjelaskan bahwa informasi terkait biodiversitas hewan di lahan gambut juga sangat sedikit.

Lahan gambut merupakan habitat yang banyak dihuni oleh ikan hias "*home of ornamental fish*", seperti ikan arwana (*Scleropages sp.*), ikan tigerfish (*Danio sp.*), ikan seluang/rasbora (*Rasbora sp.*), ikan sundadanio (*Sundadanio sp.*), ikan cupang (*Betta sp.*) dan lain-lain. Sifat air gambut yang ekstrim telah mempengaruhi karakter ikan yang mendiaminya, diantaranya bersifat endemik dan spesifik, hidup menetap dan temporal dilahan gambut, warna mencolok, berukuran kecil dan banyak dieksploitasi sebagai ikan hias (Ng et al. 1994). Liu et al. (2009) menyatakan bahwa banyak ikan-ikan yang menghuni lahan gambut memiliki bahan bioaktif dan sebagian juga berguna dalam pengobatan disamping fungsinya sebagai penjaga biodiversitas dan ekologi lahan gambut. Mengingat pentingnya potensi lahan gambut sebagai ekosistem asal ikan hias dan sebuah fenomena degradasi lahan gambut telah terjadi secara masif di beberapa wilayah, maka penelitian yang terkait dengan sumberdaya genetik ikan hias di lahan gambut menjadi penting untuk dilakukan.

Indonesia merupakan negara yang memiliki lahan gambut terluas di wilayah tropis, yaitu sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan dan Papua (BBLitbang SDLP 2008). Penelitian terakhir menunjukkan bahwa di Kepulauan Riau memiliki lahan gambut seluas 4,03 juta ha pada tahun 2002 (Wahyunto et al 2003) dan pada tahun 2012 berkurang menjadi 1,2 juta ha dan dari 1,2 juta ha tersebut hanya 200.000 ha yang belum memiliki hak guna seperti HPH, HTI dan perkebunan, sedangkan 1 juta ha lagi telah memiliki hak guna tersebut (Bapedal Prop Riau 2012, *unpublished*). Kekhasan sifat lahan gambut telah menyebabkan kerentanan struktur dan fungsinya, sehingga alih fungsi dan degradasi lingkungan sangat mempengaruhi keragaman sumberdaya hayati yang menempati perairan tersebut.

Cagar Biosfer Bukit Batu (CB-BB) propinsi Riau merupakan salah satu dari 7 cagar biosfer yang ada di Indonesia dengan luas sekitar 170 ribu ha. Terletak di 2 wilayah pemerintahan yaitu Kabupaten Bengkalis dan Kabupaten Siak di Propinsi Riau. Salah satu yang menjadi kekhasan dari cagar biosfer ini adalah satu-satunya cagar biosfer di Indonesia yang berdiri diatas Hutan Rawa Gambut/ Lahan Gambut. CB-BB terdiri dari tiga zona yaitu zona inti yaitu kawasan yang masih alami (hutan lindung), zona penyangga merupakan kawasan yang telah mengalami konversi menjadi hutan tanaman industri (HTI) atau tanaman akasia dan zona transisi, merupakan kawasan pemukiman. Penelitian ini dilakukan untuk melihat keragaman ikan di lahan gambut Cagar Biosfer Bukit Batu dan analisis potensinya sebagai ikan hias pada zona inti, zona transisi dan zona penyangga.

BAHAN DAN METODE

Ikan koleksi diambil dari 12 stasiun sampling, tiga diantaranya terdapat pada zona inti, tiga di zona transisi dan enam lagi diambil dari zona penyangga. Ikan ditangkap dengan menggunakan alat tangkap serokan, jaring lempar, pancing dan anco. Ikan yang tertangkap didokumentasikan dan selanjutnya disimpan dalam formalin untuk identifikasi morfologi. Ikan yang tertangkap diidentifikasi dengan menggunakan kunci identifikasi yang dipublikasikan oleh Kotellat et al. (1993) dan Robert (1989). Identifikasi dilakukan dengan menggakan karakter morfometrik dan meristik. Selanjutnya dilakukan analisa potensi ikan tersebut sebagai ikan hias dengan mengacu pada atlas ikan hias (Axelods et al. 2004). Sebagai parameter pendukung juga dilakukan pengukuran parameter kualitas air diantaranya suhu, salinitas, kandungan karbondioksida (CO₂), kandungan oksigen (DO), Fosfat dan kecerahan. Sedangkan data kondisi gambut diperoleh dari data sekunder melalui laboratorium lingkungan perusahaan HTI yang ada di kawasan Cagar Biosfer Bukit Batu, Riau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi ikan koleksi

Dari 455 ekor ikan koleksi yang terkumpul dilakukan pengelompokkan berdasarkan family dan genus, selanjutnya dilakukan identifikasi hingga level spesies jika memungkinkan. Hasil identifikasi menunjukkan ikan yang mendiami perairan terdiri dari 11 famili, 20 genus dan 29 spesies. Keragaman spesies ikan untuk masing-masing zona disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Dari 29 spesies yang teridentifikasi hanya 7 spesies yang ditemukan di zona inti. Hal ini tentu dapat dijelaskan dengan karakter air dan aktifitas manusia yang ada di kedua zona tersebut. Zona inti yang merupakan lahan konservasi, tentu tidak terganggu oleh kegiatan manusia, dan tekanan perubahan lingkungan lebih diakibatkan oleh perubahan alam, sedangkan keragaman ikan di zona penyangga yang merupakan lokasi hutan tanaman industri tentu memiliki kondisi perairan yang berbeda, karena tekanan lingkungan lebih disebabkan oleh aktivitas manusia yang sangat intensif di lokasi tersebut.

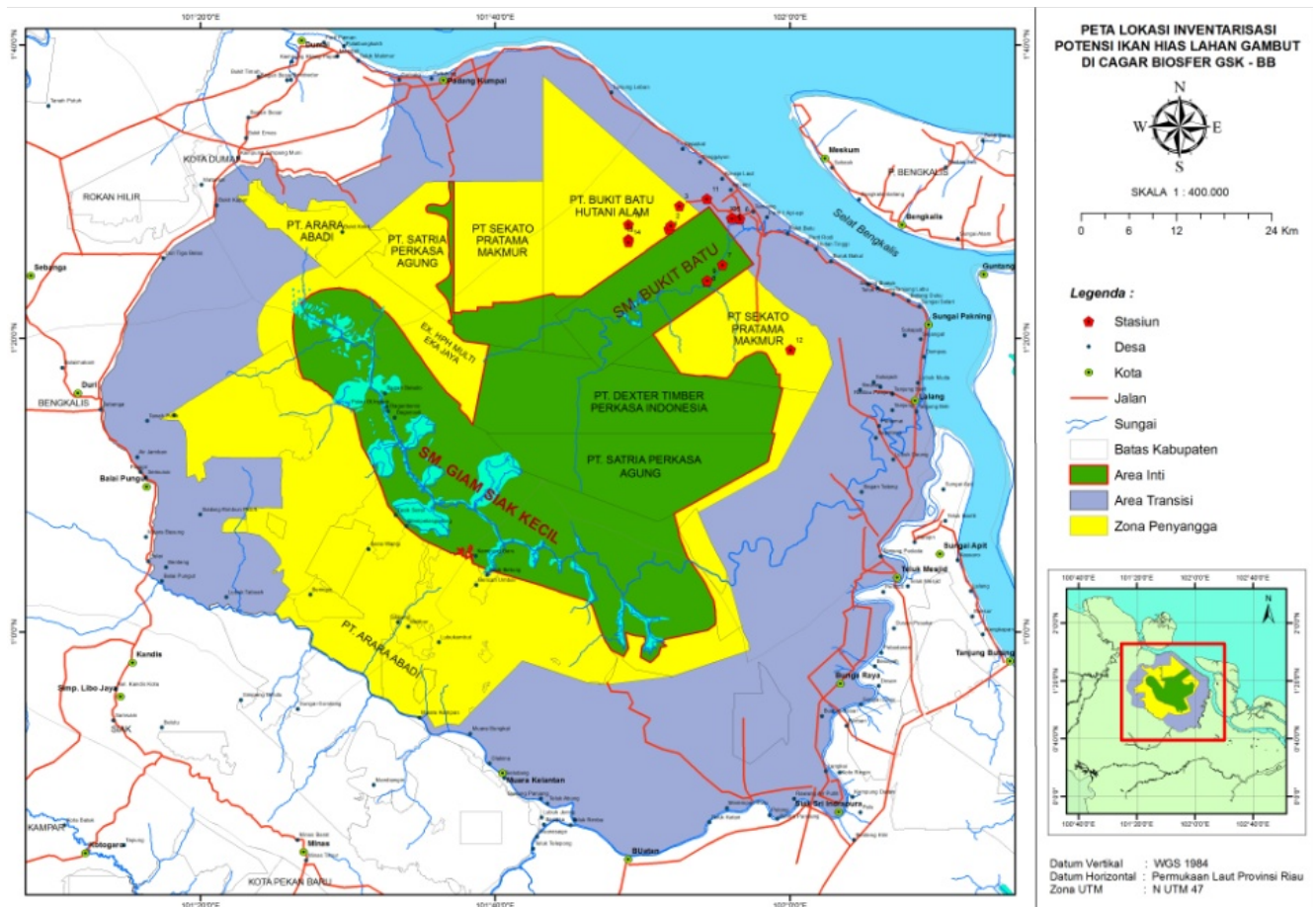
Jika mengacu pada karakter ikan yang menghuni ketiga perairan baik di zona inti, zona penyangga, maupun zona transisi, maka ikan-ikan yang hidup di zona inti lebih didominasi oleh ikan-ikan yang tidak tahan terhadap perubahan, sedangkan ikan yang menghuni zona penyangga cenderung merupakan ikan yang tahan terhadap perubahan. Keragaman ikan yang mendiami ketiga zona tersebut juga berbeda, pada zona inti dapat ditemukan semua jenis ikan sedangkan di dua zona lainnya tidak demikian atau keragamannya semakin berkurang.

Dibandingkan dengan keragaman ikan yang mendiami cagar biosfer Giam Siak Kecil yang mencapai 37 spesies (Husna et al. 2010), maka keragaman ikan yang menghuni perairan Bukit Batu cenderung lebih sedikit yaitu 29 spesies. Rendahnya keragaman ikan di CB-BB bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah lokasi

CB-BB lebih kecil yang hanya memiliki satu tasik, dibandingkan dengan CB-CGK yang memiliki 12 tasik besar disamping itu penelitian yang dilakukan di CB-BB baru terlaksana 1 kali sehingga sangat dimungkinkan beberapa spesies tidak ditemukan waktu sampling karena keterbatasan waktu dan biaya. Namun keragaman ikannya lebih tinggi dibandingkan dengan laporan penelitian yang dilakukan di hutan lahan gambut Malaysia yang hanya menemukan 22 spesies (Norhisyam 2002).

Sebagai data pendukung, juga dilakukan pengukuran kualitas air seperti pada Tabel 3. Data yang diperoleh hampir sama dengan data kualitas air CB-GSK yang dilakukan oleh Husna et al. (2010), namun untuk parameter kandungan bahan organik terlihat adanya rentang nilai

yang cukup lebar yaitu 6.32-467 mg/L. Nilai TBO terendah ditemukan pada zona transisi yaitu pada kawasan yang baru ditanami pohon akasia, dan dilokasi ini kecerahan air juga lebih tinggi. Jika diamati berdasarkan warna air, maka zona inti memiliki warna air yang lebih hitam dibandingkan dengan zona lainnya. Noraini (2010) menyatakan bahwa kualitas air pada lahan gambut sangat dipengaruhi oleh proses dekomposisi dan degradasi serasah, daun dan ranting pohon, sehingga warna hitam yang terdapat pada lahan gambut menunjukkan tingginya kandungan bahan organik di lahan tersebut. Disamping kandungan bahan organik, tingkat keasaman air (pH) dan total kandungan mineral juga menjadi karakter utama air gambut (Husna et al. 2010).



Gambar 1. Lokasi penelitian di Cagar Biosfer Bukit Batu, Riau

Tabel 1. Keragaman ikan yang mendiami cagar biosfer CB-BB.

Famili Cobitidae; merupakan ikan kecil yang mendiami perairan Eropa hingga Asia, tubuh memanjang dan pipih hidup di dasar perairan

Genus Pangio; badan memanjang, mata tidak tertutup oleh kulit, ekor membulat/ persegi/ sedikit bercagak, bibir bawah tidak terbelah dibagian belakang

Awal sirip punggung di belakang pangkal sirip ekor, 8-12 pita gelap di badan dan agak teratur, serta tiga pita di kepala, bercak hitam di bagian ekor dan pertengahan ekor *Pangio kuhlii/ Pangio semicincta*



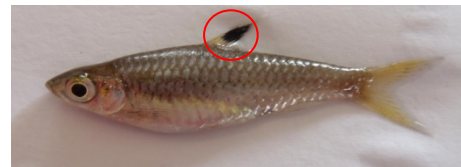
Famili Cyprinidae; merupakan famili ikan air tawar dengan jumlah anggota terbesar dan sebarannya terluas. Anggota kelompok dibedakan berdasarkan gigi yang terdapat di atas tenggorokan (gigi tekak, karena tidak memiliki gigi geraham) tidak terdapat duri dekat mata, posisi mulut, memiliki /tidak memiliki sungut.

Genus Rasbora; bibir bagian atas terpisah oleh satu lekukan, bagian depan sirip perut mendatar/bulat, tidak memipih/membentuk geligir tajam, ada tonjolan di bibir bawah, tidak bersungut, memiliki 6-22 sisir saringan pada insang.

Badan berwarna kemerahan, bercak besar dibelakang operkulum, 1-2 bercak lebih kecil di atas sirip dubur dan didepan sirip ekor..... *Rasbora maculata*



Memiliki bintang hitam diatas sirip punggung..... *Rasbora doriocellata*



Terdapat garis hitam memanjang dan garis keemasan diatasnya...
..... *Rasbora gracilis/agilis/ taeniata*



Pada ikan dewasa terdapat 2 garis hitam titik-titik dari mocong hingga sirip ekor, terdapat dibawah garis tengah badan dan melengkung
..... *Rasbora cephalotaenia*



Genus Puntius; bibir bagian atas terpisah oleh lekukan, tidak ada tonjolan pada ujung rahang bawah, tidak berduri, pori-pori pada kepala tidak teratur, mulut terminal dan subterminal, jari-jari sirip dubur bercabang, jari-jari awal sirip punggung bercabang dan bagian akhir lemah, kelopak mata tidak berlemak, bibir halus, sisik gurat sisi kurang dari 40, jari-jari sirip punggung lebih halus sedangkan pada sirip perut tidak mengeras,jari-jari sisik lurus dan tidak berpori



Ada emam pita tagak satu melalui mata dan satu lagi pada pangkal sirip ekor, bintang pada pangkal jari-jari akhir sirip punggung, lebar badan 2-3 kali lebih pendek dari panjang standar..... *Puntius pentazona*

Ada lima pita tagak satu melalui mata dan satu lagi pada pangkal sirip ekor, tidak ada bintang pada pangkal jari-jari akhir sirip punggung,
..... *Puntius hexazona/ Puntius johorensis*



..... *Puntius* sp.



Genus *Osteochilus*; mata tidak tertutup lemak, mulut inferior, tidak berduri, gurat sisi tidak sempurna, jari-jari sirip punggung dan sirip dubur bercabang dan jari-jari bagian akhir lemah, bibir tertutup oleh lipatan kulit,

Terdapat satu atau tiga tubus keras pada moncong, dan garis berwarna dari operculum ke pangkal ekor *Osteochilus microcephalus*



Memiliki bintik hitam pada pangkal sirip ekor, tidak ada tubus keras pada moncong *Osteochilus spilurus*



..... *Osteochilus* sp.



Famili *Chacidae*; terdiri dari tiga jenis dan hanya satu spesies yang mediami perairan Sumatera, tubuh berbentuk seperti batu, badan menyerupai berudu, kepala persegi, mulut lebar dengan dua sungut pendek, dan sirip ekor memanjang kearah punggung, dapat mengubah warna tubuh untuk mengelabui mangsanya..... *Chaca bankanensis*



Famili *Siluridae*; merupakan suku ikan berkumis, ciri khususnya tidak memiliki sirip lemah, tidak memiliki duri pada sirip punggung, ukuran bervariasi dari kecil hingga besar

Genus *Silurichthys*; Sirip punggung pendek, paling sedikit terdapat 4 jari-jari, sirip ekor hampir menyatu dengan sirip dubur, berbentuk bulat, warna badan seperti marmer dan sirip punggung di depan awal sirip perut *Silurichthys hasselti*



Sirip punggung berseberangan dengan awal sirip perut, badan coklat polos *Silurichthys phaiosoma*



Genus *Kryptoterus*; Sirip punggung mengecil /tidak ada, sungut rahang atas mencapai tengah sirip dubur, profil punggung mencembung *Kryptoterus impok*



Sirip punggung mengecil /tidak ada, sungut rahang atas tidak mencapai tengah sirip dubur *Kryptoterus lais*



Famili Bagridae/ baung/catfish; Kelompok ikan tawar yang berkumis, memiliki sungut yang panjang, sirip dada kuat dan berduri, umumnya nokturnal.

Genus 'Pelteobagrus'; Pola warna terdiri dari garis hitam yang memanjang sisi badan, beberapa bercak tersebar disepanjang tubuh, warna tubuh putih *'Pelteobagrus' ornatus*



Genus Leiocassis; Mulut inferior, jonjolan dibagian kepala hingga depan sirip punggung *Leiocassis porcilopterus*



Genus Mystus; Mata tidak tertutup kulit, sungut lebih panjang dari kepala, berwarna coklat, ada bercak hitam diatas sirip dada dan di pangkal sirip ekor, berdekatan dengan pita berwarna krem *Mystus bimaculatus*



Famili Luciocephalidae; hanya beranggota satu jenis, lebih dikenal dengan istilah ikan buaya, kepala memanjang, mulut menjorok ke depan, menyukai air tenang, bersembunyi dibawah vegetasi untuk menangkap mangsa yang mendarat di dekat permukaan air, luciocephalus jantan menyimpan telur hingga menetas dalam mulutnya *Luciocephalus pulcer*



Family Belontiidae; merupakan kelompok ikan labirin terbesar, hidup di air tenang dan kandungan oksigen rendah, vegetasi lebat, beberapa membuat sarang untuk bertelur dan sebagian lagi disimpan dalam mulut.

Genus Betta; awal sirip punggung dibelakang sirip dada dan ukurannya lebih pendek dari sirip dubur, sirip perut memiliki jari-jari seperti filament dan membulat berukuran besar, sirip ekor ikan dewasa berbentuk lanset *Betta akarensis*



Bertubuh besar dan ramping, sirip ekor dewasa berbentuk lanset, terdapat bintik hijau menkilap pada bola mata, juga pada sirip-sirip dewasa *Betta bellica*



Genus Sphaerichthys; awal sirip punggung sama dengan awal sirip dubur, sirip perut memiliki jari-jari seperti filament dan membulat, 2-12 duri sirip punggung, 4-9 duri sirip dubur, ada pola warna pucat pada badan yang tegak dari bawah dirip punggung dan melintang sepanjang badan, moncong pendek, *Sphaerichthys ospronemodes*



Genus Belontia; awal sirip punggung didepan awal sirip dubur, sirip punggung lebih panjang dari sirip dubur, badan berwarna coklat dan tiap ujung sirip memiliki warna hitam, ada pola berbentuk jala pada sirip ekor, *Belontia haselty*



Genus Trichogaster; awal sirip punggung di belakang awal sirip dubur, sirip punggung lebih pendek dari sirip dubur, sirip perut memiliki filament yang panjangnya hampir sama dengan panjang tubuh, warna tubuh kehijauan terdapat bercak pada bagian tangan dan pangkal sirip ekor, terdapat pita miring berwarna gelap *Tricogaster tricopterus*



Famili Helostomatidae; famili ini hanya beranggota satu spesies , dijumpai di air tenang vegetasi lebat, pada ukuran kecil merupakan ikan hias dan pada ukuran besar merupakan ikan konsumsi *Helostoma temminckii*



Famili Anabantidae; di perairan Indonesia anggota family ini hanya ditemukan satu jenis, memiliki alat pernafasan tambahan yang memungkinnnya hidup ditempat ikan lain tidak bisa hidup, ikan ini bisa berjalan dalam jarak yang cukup jauh dengan bantuan tutup operculum yang kuat sirip ekor *Anabas testudineus*



Family Hemirampidae; dikenal dengan istilah ikan julung-julung, ditemukan dari laut hingga air tawar, berenang dipermukaan dan bergerombol, jenis air tawar umumnya melahirkan anak

Genus Hemirampidae; sirip punggung diawal sirip dubur, gigi rahang bawah melampaui rahang atas, sirip perut didepan sirip punggung, jari-jari keempat sirip dubur membesar dan bagian belakang meruncing *Hemiramphorodon pogonognathus*



Famili Chanidae; bentuk badan hampir bundar dibagian depan dan pipih dibelakang, kepala menyerupai kepala ular, sirip dubur dan punggung tinggi dank eras, memiliki alat pernafasan tambahan, merupakan predator, hanya memiliki satu genus *Channa*. Bagian agak kepala agak cembung, terdapat bercak besar berwarna gelap pada tubuh bagian atas, dan warna terang pada bagian bawah tubuh *Channa lucius*



Tabel 2. Keragaman spesies ikan di CB-BB pada masing-masing zona dan potensi sebagai ikan hias.

Spesies	Zona inti	Zona penyangga	Zona transisi	Potensi sebagai ikan hias
<i>Pangio kuhlii</i>	V			+++
<i>Rasbora maculata</i>	V		V	+++
<i>Rasbora doriocellata</i>	V			+++
<i>Rasbora cephalotaenia</i>	V			+++
<i>Puntius pentazona</i>	V		V	+++
<i>Puntius hexazona</i>	V		V	+++
<i>Puntius sp.</i>	V		V	+
<i>Osteochilus microcephalus</i>	V	V		+
<i>Osteochilus spilurus</i>	V	V	V	+
<i>Chaca bankanensis</i>	V			+++
<i>Silurichthys hasselti</i>	V			++
<i>Silurichthys phaiosoma</i>	V			++
<i>Kryptoterus impok</i>	V		V	++
<i>Kryptoterus lais</i>	V		V	++
<i>'Pelteobagrus' ornatus</i>	V			+++
<i>Leiocassis porcilopterus</i>	V			++
<i>Mystus bimaculatus</i>	V			+++
<i>Luciocephalus pulcer</i>	V			+++
<i>Betta akarensis</i>	V		V	+++
<i>Betta bellica</i>	V		V	+++
<i>Sphairichthys ospronemodes</i>	V		V	+++
<i>Belontia haselty</i>	V	V	V	+
<i>Tricogaster tricopterus</i>	V	V	V	+
<i>Helostoma temminckii</i>	V	V	V	+
<i>Anabas testudineus</i>	V	V	V	+
<i>Hemiramphorodon pogonognathus</i>	V	V	V	++
<i>Channa lucius</i>	V	V	V	-

Keterangan: +++): telah diperdagangkan sebagai ikan hias di pasar domestik dan ekspor; ++): dikenal sebagai ikan hias namun pada ukuran tertentu dan belum dipasarkan dalam jumlah banyak; +): memiliki potensi sebagai ikan hias

Tabel 3. Data kualitas air di Cagar Biosfer Bukit Batu, Riau.

Parameter	Nilai
pH	3.7-3.8
DO	0.7-4.7 (ppm)
Temperature	28-30 (°C)
TDS	124-1024 (ppm)
Konduktivitas	125-338 (S=Ω-1)
Salinitas	0-0,1 (ppt)
Fe	0.5-2.8 (mg/L)
NH4	0.25-3.3 (mg/L)
NO3	0-20.3 (mg/L)
PO4	0.25-1.5 (mg/L)
NO2	0-10.2 (mg/L)
TBO	6.32-467 (mg/L)

Cagar Biosfere Bukit Batu merupakan situs konservasi yang memiliki potensi keragaman ikan hias yang cukup tinggi terutama pada zona inti. Sedangkan keragaman ikan pada zona penyangga dan zona transisi cukup rendah karena adanya tekanan aktifitas manusia. Kualitas perairan pada masing-masing zona sangat bervariasi sehingga sangat memungkinkan ikan yang mendiaminya juga memiliki karakter yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Axelords HR, Axelrods GS, Burgess WE, Pronek N, Scott BM, Walls JG. 2004. Atlas of freshwater akuarium. 10th ed. TFH Publications. Inc
- BB Litbang SDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2008. Laporan tahunan 2008, Konsorsium penelitian dan pengembangan perubahan iklim pada sektor pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi. Periplus, Singapore.
- Liu F, Xia JH, Bai ZY, Fu JJ, Li JL, Yue GH. 2009. High genetic diversity and substantial population differentiation in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) revealed by microsatellite analysis. *Aquacult J* 297 (1-4): 51-56
- Husnah, Makri, Riani E, Fatah K, Maturidi, Sudrajat A, Marini M, Darmansyah, Rastina MD, Juniarto RS. 2010. Karakteristik habitat, sumberdaya perairan dan kegiatan penangkapan ikan di kompleks danau rawa banjiran sub das Mandau, Propinsi Riau (Laporan tahunan). Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Balitbang Kementerian Kelautan, Jakarta.
- Ng PKL, Kottelat M. 1992. *Betta livida*, a new fighting fish (Teleostei: Belontiidae) from blackwater swamps in Peninsular Malaysia. *Ichthyol Explor Freshw* (3): 177-182.
- Ng PKL, Tay JB, Lim KKP. 1994. Diversity and conservation of blackwater fishes in Peninsular Malaysia, particularly in the north Selangor peat swamp forest. *Hydrobiologia* 285: 203-218.
- Noraini R, Gandaseca S, Ismail J, Jailan MI. 2010. Comparative study of water quality at different peat swamp forest of Batang Igan, Sibul Sarawak. *Amer J Environ Sci* 6 (5): 416-421.
- Robert TR. 1989. The freshwater fishes of western Borneo. California Academy of Science, San Francisco.
- Satyani D, Subamia IW. 2014. Panduan pengelolaan dan standarisasi ikan hias air tawar untuk ekspor. Balai penelitian dan pengembangan budidaya ikan hias, Balitbang Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 78 hal.
- Shah ASR M, Zarul HH, Chan KY, Zakaria R, Khoo KH, Mashhor M. 2006. A recent survey of freshwater fishes of the Paya Beriah Peat Swamp Forest, North Perak, Malaysia. *Journal Biosains* 17 (1): 51-64.
- Wahyunto S, Ritung dan H Subagjo. 2003. Peta Luas Sebaran Lahan Gambut dan Kandungan Karbon di Pulau Sumatera / Maps of Area of Peatland Distribution and Carbon Content in Sumatera (1990-2002). Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada (WHC).

Isolasi dan uji efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L. Merr.*) var. Wilis

Isolation and test the effectiveness of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on marginal land on the growth of soybean (*Glycine max L. Merr.*) var. Willis

SRI WIDAWATI[✉], SULIASIH, SAEFUDIN

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8765066/+62-21-8765062, ✉Email: widadomon@yahoo.com

Manuskrip diterima: 3 Desember 2014. Revisi disetujui: 29 Desember 2015.

Abstrak. Widawati S, Suliasih, Saefudin. 2014. Isolasi dan uji efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L. Merr.*) var. Wilis. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 59-65. Sebanyak 14 isolat PGPR telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari bintil akar serta tanah rizosfir kedelai asal Cibinong (CSC) dan legum asal Gunung Susu, Wamena, Papua (tanah marginal). Isolat yang sudah teridentifikasi dimanfaatkan sebagai POH (pupuk organik hayati) untuk meningkatkan produksi tanaman. POH AZOFOR1 (*Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, *Rhizobium* sp.3 diisolasi dari bintil akar kedelai + *Azotobacter* dan *Azospirillum*), AZOFOR2 (*Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. anthiana* diisolasi dari rizosfir tanaman kedelai + *Azotobacter* dan *Azospirillum*), dan AZOFOS (*Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. pantothenicus* diisolasi dari Gn Susu + *Azotobacter* dan *Azospirillum*) diuji efektivitasnya pada tanaman kedelai. Dilakukan pada lahan bekas tanaman bambu di Cibinong Science Center dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 5 ulangan serta 8 perlakuan, yaitu: Tanpa Pupuk, Pupuk Kompos, Pupuk Kimia, POH AZOFOR1, POH AZOFOR2, POH AZOFOS, dan POH MIX. Hasil analisa tanah setelah tanam menunjukkan, bahwa populasi bakteri, P tersedia, PMEase, dan pH meningkat dari 1,00 x 10⁵ CFU/g tanah; 0,65 g/L; 0,001 ug/p nitrofenol/g/jam dan 5,80 menjadi 10⁷; 0,91/0,95 g/L; 0,019/0,024/0,39 ug/p nitrofenol/g/jam, dan 7.1 setelah dipupuk oleh POH Mix, POH Azofor1, dan POH azofor2. Efektivitas ke tiga pupuk tersebut berpengaruh pada berat polong, berat biji, berat kulit, berat tanaman per petak dan per sepuluh pohon serta jumlah bintil dan jumlah polong per sepuluh pohon, yaitu 3040;2130;1530 g; 1840; 1330; 860 g; 1200; 800; 670 g; 7,7; 5,8; 4,1 Kg per petak dan 229,40; 227,42; 183,04 g; 130,5; 126,4; 116,37 g; 480; 440; 400 g per sepuluh pohon serta 129; 119; 112 butir; 512; 483; 460 buah per sepuluh pohon. Efektivitas PGPR yang terkandung dalam POH Mix (14 isolat) berpengaruh positif pada kesuburan tanah (populasi bakteri biofertilizer meningkat) serta pertumbuhan dan produksi kedelai.

Kata kunci : BPN, BPF, PGPR, POH, kedelai, tanah marginal

Abstrak. Widawati S, Suliasih, Saefudin. 2014. Isolation and effectiveness test of *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* in marginal land on the growth of soybean (*Glycine max L. Merr.*) var. Willis. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 59-65. A total of 14 isolates PGPR have been isolated and identified from the nodule and soybean rhizosphere soil from Cibinong (CSC) and legumes from Mount Susu, Wamena, Papua (marginal soils). The identified isolates were utilized as POH (biorganic fertilizer) to increase crop production. POH AZOFOR1 (*Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, sp.3 *Rhizobium* isolated from root nodules of soybean + *Azotobacter* and *Azospirillum*), AZOFOR2 (*Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. anthiana* isolated from the rhizosphere of plants soy + *Azotobacter* and *Azospirillum*), and AZOFOS (*Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. pantothenicus* isolated from milk Gn + *Azotobacter* and *Azospirillum*) will be examined for its effectiveness in soybean plants. The experiments were conducted in the laboratory (analysis) and in the ex-bamboo growing area of Cibinong Science Center (effectiveness test). A randomized block design (RBD) was set with eight factorial treatments (five replications), namely: Without Fertilizer, Compost, Fertilizer Chemicals, POH AZOFOR1, POH AZOFOR2, POH AZOFOS, and POH MIX. The analysis result showed that the bacterial population, P available, PMEase, and the pH increased from 1.00 x 10⁵ CFU/g soil; 0.65 g/L; 0.001 ug/p nitrofenol/g/h and 5.80 to 10⁷; 0.91/0.95 g/L; 0.019/0.024/0.39 ug/p nitrofenol/g/h, and 7.1 after fostered by POH Mix, POH Azofor1, and POH azofor2. The effectiveness of all three fertilizer was observed on pod weight, seed weight, shell weight, the weight of plants per plot and per ten trees and the number of nodules and number of pods per ten trees, ie 3040; 2130; 1530 g; 1840; 1330; 860 g; 1200; 800; 670 g; 7.7; 5.8; 4.1 Kg per plot and 229.40; 227.42; 183.04 g; 130.5; 126.4; 116.37 g; 480; 440; 400 g per ten trees and 129; 119; 112 grains; 512; 483; 460 pieces per ten trees. Effectiveness of PGPR contained in POH Mix (14 isolates) showed positive effect on soil fertility (biofertilizer increased bacterial population) as well as the growth and production of soybean.

Keywords: BPN, BPF, PGPR, POH, soybeans, marginal soil.

PENDAHULUAN

Produksi kedelai Indonesia saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sekitar 70 % kebutuhan dalam negeri masih diimpor dari negara lain. Penyebabnya adalah terbatasnya areal tanah subur, harga pupuk yang mahal, dan produksi kedelai per hektarnya yang masih rendah. Produksi di Indonesia tahun 2012 sekitar 800.000 ton/tahun, sedangkan yang dibutuhkan sekitar 2.300.000-2.500.000 ton/tahun kedelai. Menurut data di direktorat Bina Rehabilitasi dan Pengembangan lahan di Indonesia mempunyai 7,5 juta ha lahan potensial kritis, 6,0 jta ha semi kritis dan 4,9 ha kritis (Subiksa,2002). Pemerintah berupaya memanfaatkan lahan tersebut untuk dapat meningkatkan produksi kedelai.

Biji kedelai adalah jenis tanaman dengan karakter protein tinggi (\pm 30-50%), dan membutuhkan unsur hara, terutama hara N untuk pertumbuhannya (Richard dan Henry. 1984). Unsur hara N dalam tanah kurang memadai bagi kebutuhan tanaman. Sumber terbesar nitrogen 78 % terdapat diudara dalam bentuk N_2 yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dibutuhkan bakteri yang mampu menambat nitrogen dari udara maupun dari dalam tanah agar tersedia bagi tanaman. Bakteri tersebut juga harus mampu melarutkan P terikat dan sekaligus mampu memproduksi hormon tumbuh (IAA). Bakteri dengan kemampuan seperti itu disebut PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) yang akan membantu dalam pertumbuhan dan produksinya tanaman serta membantu secara bertahap dalam memulihkan kesuburan tanah.

Salah satu cara untuk mengembalikan kesuburan tanah adalah dengan menggunakan bakteri yang bermanfaat dan bersifat memupuk seperti kelompok bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Beberapa bakteri dari kelompok PGPR adalah bakteri penambat nitrogen seperti genus *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan bakteri pelarut fosfat seperti genus *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, dan *Mycobacterium* (Biswas et al., 2000). Bakteri *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum* dan bakteri pelarut fosfat mempunyai peran dan fungsi penting dalam mendukung terlaksananya pertanian ramah lingkungan melalui berbagai proses, seperti dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, nitrifikasi dan denitrifikasi (Saraswati dan Sumarno 2008).

Rhizobium (root nodulating bacteria) adalah bakteri yang mampu menambat nitrogen dari udara melalui simbiosis dengan membentuk bintil akar pada tanaman *Leguminosae* (Kyuma 2004). *Azospirillum* dan *Azotobacter* merupakan bakteri non simbiotik yang berasosiasi dengan berbagai tanaman. Bakteri-bakteri tersebut mempunyai kemampuan menambat nitrogen bebas dari udara sehingga unsur N tersedia bagi tanaman, serta sebagai pemantap agregat tanah dan interaksinya akan berpengaruh kepada pertumbuhan tanaman. *Azospirillum* selain mampu menambat nitrogen dan menghasilkan hormon pertumbuhan, juga mampu merombak bahan organik (selulosa, amilosa, dan bahan organik yang mengandung sejumlah lemak dan protein) di dalam tanah (Nurosid 2008). Ketiga jenis bakteri PGPR dapat menghasilkan hormon pertumbuhan seperti IAA (Widawati

2014). Secara tidak langsung bakteri PGPR dapat menghambat pathogen melalui sintesis senyawa antibiotik, sebagai kontrol biologis (Saraswati dan Sumarno 2008). Bakteri lain yang dapat memproduksi IAA adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) seperti genus *Pseudomonas*, *Bacillus*, dan *Cerratia*, (Widawati 2014). Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan almunium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono 2000). Bakteri tersebut berperan juga dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lainnya yang dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Rao 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas PGPR yang terkandung dalam pupuk organik hayati (POH) Azofor 1, Azofor 2, Azofos dan Mix di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (pertumbuhan dan produksi).

BAHAN DAN METODE

Material mikroba

Sampel bintil akar dan tanah diambil secara random dari bintil dan rhizosfir (kedalaman 20 cm) tanaman kedelai di sekitar Cibinong Science Center (CSC) Cibinong, Bogor, Jawa Barat dan diambil dari rizosfir tanaman legum di Gunung Susu, Wamena, Jayawijaya, Papua.

Cara kerja

Isolasi, identifikasi, pembuatan inokulan cair, dan uji laboratorium

Tanah diayak dan dikering anginkan kemudian dibawa ke laboratorium ekofisiologi, Mikrobiologi, P2B, LIPI dalam icebox. Isolasi dan penghitungan populasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat dilakukan dengan metode *plate count* (Vincent 1982). Sampel tanah diisolasi dengan menggunakan media selektif, yaitu : Medium Yema (*yeast extract manitol agar*) untuk *Rhizobium* (Rao,1994), medium Okon (Rao 1994), medium nitrogen-free semisolid malate/NFb (Baldani et al.1980), dan medium Caceres (Caceres 1982) untuk *Azospirillum*, medium Agar manitol Ashby untuk *Azotobacter* (Rao 1994), dan medium Pikovskaya untuk bakteri pelarut fosfat (Gaur 1981) dengan sumber P dari $Ca_3(PO_4)_2$. Isolat-isolat dimurnikan menggunakan media yang sama dan disimpan dalam inkubator suhu 27°C. Selanjutnya diidentifikasi dan dianalisa kemampuannya dalam memproduksi P tersedia, PMEase, dan IAA di laboratorium.

Isolat bakteri murni diidentifikasi menggunakan metode molekuler (analisis *sequencing*) dengan 16S rDNA (Woo 2008). Isolat diamplifikasi oleh *polymerase chain reaction* (PCR) untuk analisis *sequencing*. Kemudian urutan data diidentifikasi dengan menggunakan BLAST dan EzTaxon untuk membandingkan dengan urutan 16S rDNA di database umum. Data gelombang dikumpulkan dan dipotong urutan primernya dengan menggunakan software ATGC. Urutan dirakit (contig) dibandingkan dengan

database umum yang sudah diterbitkan. Urutan yang dibuat oleh database publik (BLAST pada situs NCBI dan EzTaxon) digunakan untuk mengidentifikasi isolat.

Bakteri yang sudah teridentifikasi, kemudian diuji efektivitasnya skala laboratorium dalam bentuk inokulan cair. Analisa kualitatif dari kemampuan BPN dan BPF dalam aktivitasnya melarutkan unsur P terikat dengan metode Tabatabai dan Bremner (1969). Uji kualitatif kemampuan BPN dan BPF dalam aktivitas pelarutan unsur P terikat pada medium pikovskaya padat dengan sumber P dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dilakukan dengan metode Nguyen et al. (1992) dan Seshadri et al. (2002). Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) yang mampu melarutkan fosfat terikat akan ditandai dengan adanya zona bening (*holozone*) disekitar pertumbuhan koloni. Uji kemampuan kuantitatif BPN dan BPF dalam aktivitas pelarutan fosfat terikat pada media Pikovskaya cair menggunakan metode Allen (1974) dan aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase) serta kondisi pH selama inkubasi 7 hari pada kultur murni (pH asal =7) menggunakan metode Tabatabai dan Bremner (1969). Kultur dipanen dan disentrifugasi 10 menit, lalu fosfat yang dapat larut diukur menggunakan metode Anderson (1982). Analisa produksi IAA dari seluruh bakteri yang diuji dan dijadikan pupuk organik hayati bakteri menggunakan metode Gravel et al. (2007).

Pembuatan inokulan, Inokulasi dan penanaman di lapangan

Inokulan bakteri padat dibuat menggunakan bahan pembawa berupa kompos steril. Kemudian kedalam inokulan padat disuntikkan inokulan cair yang merupakan campuran beberapa biakan bakteri dengan perbandingan 100 g kompos steril/60 mL media cair. Inokulan padat AZOFOR 1 kedalamnya disuntikan masing-masing 10 mL inokulan cair dari bakteri *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, *Rhizobium* sp.3, *Azotobacter*, dan *Azospirillum*. Inokulan padat AZOFOR 2 kedalamnya disuntikan masing-masing 10 mL inokulan cair dari bakteri *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. Anthiana*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Inokulan padat AZOFOS kedalamnya disuntikan masing-masing 10 mL inokulan cair dari bakteri *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. Pantothenicus*, *Azotobacter* dan *Azospirillum*. Inokulan bakteri diinkubasi dalam suhu kamar selama 1 minggu, kemudian populasi bakterinya dihitung. Penghitungan populasi bakteri menggunakan metode *plate count* (Vincent 1982) dan jumlahnya pada masing-masing inokulan mempunyai range sekitar 10^8 - 10^9 cfu/g.

Bahan yang digunakan adalah biji kedelai (*Glycine max* L. Merr) varietas Wilis dan inokulan pupuk organik hayati. Inokulasi dilakukan dengan merendam biji kedelai yang sudah bersih (dicuci dengan alkohol dan dibilas dengan aquades steril) dalam akuades steril yang masing-masing mengandung pupuk organik hayati AZOFOR 1, AZOFOR 2, dan AZOFOS selama 30-60 menit. Kemudian biji tersebut ditanam di tanah kebun biologi (bekas kebun bambu) yang sudah dibuat bedengan-bedengan (petak). Luas bedengan/petak kurang lebih panjang = 5 meter dan

lebar 1 meter dengan jarak tanam 25 x 40 cm dan 2 biji kedelai per lubang.

Analisa data

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 5 ulangan serta 8 perlakuan, yaitu : Tanpa Pupuk, Pupuk Kompos, Pupuk Kimia, POH AZOFOR 1, POH AZOFOR 2, POH AZOFOS, dan POH MIX. Tanaman dipanen setelah umur 80 HST. Parameter yang diukur yaitu berat tanaman/10 pohon (g), jumlah bintil/10 pohon (butir), berat polong/10 pohon (g), jumlah polong/10 pohon (buah), berat biji/10 pohon (g), serta Berat polong/petak (g), berat biji/petak (g), berat kulit/petak (g), dan berat tanaman/petak (kg). Analisis statistik (data) menggunakan SPSS soft ware yang diuji dengan metode Duncan Multiple Range Test pada taraf uji 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebaran populasi bakteri, khususnya bakteri bintil akar atau penambat nitrogen, tidak hanya didapatkan dalam bintil akar saja, tetapi menyebar di daerah rizosfir atau derah lapisan tanah lainnya. Dilaporkan oleh Jolly et al. (2010) bahwa bakteri *Azospirillum* menyebar luas pada daerah rizosfir di beberapa tanaman rumput tropis. Sedangkan bakteri *Azospirillum* dan *Bacillus* dijumpai pada rizosfir padi dan mengkolonisasi dipermukaan akar (Baldani et al. 1997) dan secara hayati merupakan bakteri heterotrofik dalam tanah dan zona akar (Kyuma 2004). Menurut Biswas et al. (2000) genus *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, dan *Pseudomonas* tersebar di rizosfir dan termasuk dalam PGPR dan mampu memproduksi hormon IAA yang dapat menginduksi tanaman secara langsung dan dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman (Maor et al. 2004).

Hasil isolasi dengan menggunakan media selektif (Yema, Okon, NFb, Caceres, Agar manitol Ashby, Pikovskaya) didapatkan 20 isolat murni dan hasil identifikasi secara molekular dengan BLAST dan EzTaxion didapatkan 9 jenis dan 2 genus bakteri, yaitu : *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, *Rhizobium* sp.3 (diisolasi dari bintil akar kedelai), *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. anthiana* (diisolasi dari rizosfir tanaman kedelai), *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. Pantothenicus*, *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp. (diisolasi dari Gn Susu, Wamena, Papua). Khusus bakteri *Azospirillum* diuji pada media nitrogen-free semisolid malate/NFb dan jika warna media berubah dari hijau menjadi kuning dan bagian atas terbentuk selaput cincin berwarna biru, maka menurut Baldani et al. (1980) telah terjadi aktivitas nitrogenase bakteri penambat N.

Analisis laboratorium

Genus bakteri PGPR (9 isolat) mampu melarutkan P terikat pada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam media Pikovskaya cair

(Tabel 1). Inokulan cair merupakan bahan dasar untuk membuat POH AZOFOR 1 dan 2, serta AZOFOS.

Terlihat bahwa 9 isolat positif dapat melarutkan P (membentuk zona bening disekitar koloni), memproduksi enzim PMEase dan P tersedia bagi tanaman. Bakteri penambat N genus *Rhizobium* tidak mampu melarutkan fosfat, tetapi *Azotobacter* dan *Azospirillum* dan yang lainnya mampu melarutkan P terikat pada $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Genus *Rhizobium* memang jarang yang dapat melarutkan P, tetapi genus *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Burkholderia* banyak yang mampu melarutkan fosfat. Seperti yang dihasilkan dari penelitian Widawati dan Muharam (2012), bahwa bakteri *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter* dapat menyediakan unsur N dan beberapa mampu menyediakan unsur P (unsur esensial) bagi tanaman serta dapat memproduksi hormon tumbuh seperti IAA (Indol Asam Asetat). Bakteri tersebut akan menambat N dari udara dan mengubahnya menjadi NH_3 dengan menggunakan nitrogenase, kemudian NH_3 diubah menjadi glutamin atau alanin (Waters et al. 1998).

Penurunan pH pada inokulan cair menandakan bahwa telah terjadi pelarutan fosfat. Menurut Widawati dan Muharam (2012), penurunan pH terjadi karena pada proses pelarutan P terikat oleh bakteri pelarut fosfat terjadi proses oksidasi, reduksi, dan kompetisi ligan organik dan hasil dari sintesis senyawa organik dilepas ke dalam inokulan cair (media Pikovskaya). Ramachandran et al. 2007) mengemukakan bahwa bakteri yang dapat mengeluarkan fosfat organik dari $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam medium cair merupakan bakteri yang potensial dalam melarutkan P terikat menjadi P tersedia bagi tanaman. Berdasarkan data tersebut terlihat semua isolat mampu menghasilkan enzim PME-ase, menurut (Savin et al. 2000) peningkatan tersebut

terjadi karena adanya proses induksi pada saat jumlah P terbatas dalam media Pikovskaya dan pada saat bakteri tumbuh, sehingga membutuhkan P yang tinggi.

Semua isolat mampu memproduksi hormon tumbuh IAA. Hormon IAA tertinggi diproduksi oleh *Bacillus cereus*, *Azotobacter* dan *Azospirillum* (6.0842; 6.1444; 6.2132 ppm). Khususnya *Azospirillum*, bakteri ini dapat menghasilkan hormon pertumbuhan hingga 285,51 mg/liter dari total medium kultur, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan (Akbari et al. 2007). Dikemukakan juga oleh Alexander (1977), bahwa *Azotobacter* merupakan bakteri fiksasi N_2 yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh IAA, sehingga dapat memacu pertumbuhan akar, juga dapat memproduksi hormone sitokinin (Gholamit et al. 2009). Hasil penelitian Gusnaniar (2007) ternyata *Rhizobium* sp. Memproduksi hormone IAA tertinggi yaitu sebesar 51,08 $\mu\text{g/mL}$. Jadi seluruh bakteri yang teridentifikasi merupakan bakteri PGPR karena mampu memproduksi hormone IAA.

Hasil analisa tanah Cibinong sebagai media tanam dapat dibaca pada Tabel 2. Analisa tanah menunjukkan pH dengan kisaran 4,5-5,5 dengan tingkat kandungan unsur hara sangat rendah (P, K, C/N ratio), rendah (Nadd, Mgdd, Aldd), sedang (N), dan tinggi (Ca), serta rendahnya jumlah populasi bakteri yang bersifat biofertilizer (10^4 - 10^5 cfu/g). Keadaan tanah seperti ini termasuk dalam katagori tanah tidak subur atau marginal. Menurut Obaton (1977) tanah yang subur akan mengandung jumlah populasi bakteri $\geq 10^7$ dan semakin tinggi populasi mikroba tanah, maka akan semakin tinggi aktivitas biokimia dalam tanah dan semakin tinggi pula indeks kualitas tanah (Karlen et al. 2006), khususnya dalam hal kesuburannya.

Tabel 1. Hasil rata-rata produksi IAA, PMEase, dan oleh PGPR pada inokulan cair (pH asal = 7.0)

Bakteri PGPR yang dianalisa	Pelarutan P	IAA (ppm)	PMEase (ug/p nitrofenol/g/72jam)	P tersedia (mg/L)	Populasi bakteri (cfu/mL)	pH
<i>B. japonicum</i>	-	3.1692	-	-	10^9	7.0
<i>Rhizobium</i> sp.1	-	3.3297	-	-	10^9	7.0
<i>Rhizobium</i> sp.2	-	3.4155	-	-	10^9	7.0
<i>Rhizobium</i> sp.3	-	3.1276	-	-	10^9	7.0
<i>R. leguminosarum</i>	-	3.1104	-	-	10^9	7.0
<i>B. cepacea</i>	+	3.8289	2.4967	4.9432	10^9	6.0
<i>B. cenospacea</i>	+	3.7368	2.5321	4.2238	10^9	5.2
<i>B. anthiana</i>	+	2.1316	4.6086	6.3942	10^9	5.8
<i>Bacillus cereus</i>	+	6.0842	4.1352	6.6837	10^9	5.3
<i>B. thuringiensis</i>	+	4.4155	4.0134	6.7289	10^9	5.1
<i>B. megaterium</i>	+	4.4791	4.1288	7.5416	10^9	4.8
<i>B. Pantothenicus</i>	+	2.6316	4.1011	7.0914	10^9	4.6
<i>Azotobacter</i> sp.	+	6.1444	1.1337	2.3813	10^9	6.0
<i>Azospirillum</i> sp.	+	6.2132	1.6437	2.1209	10^9	6.0

Tabel 2. Analisa tanah (Lempung liat berdebu = 22 : 59)

Sampel	P %	K %	C %	N %	C/N	Ca %	Mg dd %	Na dd %	Al dd %	pH	Σ Populasi bakteri cfu/g
Tanah bekas kebun bambu	0.173	0.045	1.303	0.36	3.61	11.41	0.57	0.30	0.04	5.8	10^4 - 10^5
	Sangat rendah	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Sangat rendah	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Asam	Tidak subur

Tabel 3. Hasil rata-rata analisa tanah sebelum dan sesudah tanam (Pemupukan)

Sampel/Perlakuan	pH tanah	P tersedia (mg/g)	PME-ase (ug/p nitrofenol/g/jam)	Populasi bakteri (cfu/g)
Tanah Asal	5,80	0.65 a	0.001 a	1,00 x 10 ⁵
Tanah sesudah panen				
Tanpa Pupuk	5,80	0.65 a	0.001 a	1,00 x 10 ⁵
Pupuk Kompos	6.45	0.81 c	0.015 bc	2,00 x 10 ⁶
Pupuk Kimia	6.44	0.72 b	0.014 b	1,00 x 10 ⁵
POH Azofor 1	7.02	0.91 d	0.019 cd	3,00 x 10 ⁷
POH Azofor 2	7.01	0.83 c	0.018 bc	3,00 x 10 ⁷
POH Azofos	7.04	0.95 d	0.024 d	3,00 x 10 ⁷
POH Mix	7.12	0.95 d	0.039 e	4,00 x 10 ⁷

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 4. Hasil Panen kedelai per 10 pohon

Perlakuan	Berat tanaman/10 pohon (g)	Σ bintil /10 pohon (butir)	Berat polong/10 pohon (g)	Σ polong /10 pohon (buah)	Berat biji /10 pohon (g)
Tanpa Pupuk	290 a	78 a	150.50 a	380 a	87.42 a
Pupuk Kompos	290 a	97 c	150.85 a	372 a	99.94 bc
Pupuk Kimia	320 ab	85 b	151.20 a	397 a	100.7 c
POH Azofor 1	440 cd	119 e	227.42 d	483 cd	126.4 e
POH Azofor 2	400 c	112 d	183.04 c	460 bc	116.37 d
POH Azofos	360 b	98 c	177.12 b	425 ab	103.3 c
POH Mix	480 d	129 f	229.40 d	512 d	130.5 e

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

Tabel 5. Hasil panen berat kering kedelai per petak

Perlakuan	Berat polong/petak (g)	Berat biji/petak (g)	Berat kulit/petak (g)	Berat brangkas/petak (kg)
Tanpa Pupuk	250 a	130 a	120 a	1.3 a
Pupuk Kompos	860 b	550 b	310 b	2.3 b
Pupuk Kimia	910 b	520 b	390 c	2.5 b
POH Azofor 1	2130 e	1330 e	800 f	5.8 d
POH Azofor 2	1530 d	860 d	670 e	5.7 d
POH Azofos	1240 c	740 c	500 d	4.0 c
POH Mix	3040 f	1840 f	1200 g	7.7 e

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

Secara statistik pemberian POH Azofor1, POH azofor2, dan POH azofos pada analisa P tersedia, PMEase, dan pH, ternyata berbeda nyata sebelum dan sesudah tanam (Tabel 3). Terlihat bahwa pemberian pupuk organik hayati AZOFOR1, AZOFOR2, dan AZOFOS lebih baik dibandingkan pupuk kompos, pupuk kimia dan pupuk kimia serta kompos lebih baik dari kontrol. Hasil tertinggi diperoleh dari tanah yang diberi pupuk organik hayati Mix (POH Mix). Pada Tabel 3 terbaca bahwa pupuk organik hayati yang diberikan dapat menaikkan pH asam (5,8) menjadi netral (\pm 7.12) dan menaikkan jumlah populasi bakteri sekitar 3×10^2 atau 0,00075 % cfu/g tanah yaitu dari $1,00 \times 10^5$ menjadi $2,00 \times 10^6$ - $4,00 \times 10^7$ CFU/g tanah. Menurut Alexander (1977) populasi bakteri dalam tanah dipengaruhi oleh pemupukan dan jenis tanaman. Rendahnya pH tanah akan berdampak pada unsur P terikat pada unsure lain dalam tanah. Sekitar 90-95 % unsur P di dalam tanah terdapat dalam bentuk P tidak larut, sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman (Vassileva et al. 2001). Pupuk POH Mix yang diberikan ternyata membuat nilai

PMEase, P tersedia tertinggi pada tanah marginal bekas tanaman bambu dibandingkan dengan pupuk kimia dan kompos, yaitu: 0,95 mg/g dan 0,039 ug/p nitrofenol/g/jam. Hal ini kemungkinan bakteri yang termasuk dalam PGPR lebih unggul dari bakteri setempat (indigenous), sehingga dapat melarutkan P terikat lebih banyak daripada bakteri setempat. Reyes et al. (1999) mengatakan bahwa pelarutan fosfor merupakan suatu proses kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelimpahan hara, fisiologi dan status pertumbuhan dari bakteri. Enzim PMEase merubah P organik menjadi P tersedia kalo produksi enzim bakteri tinggi secara teori bakteri akan melarutkan P lebih banyak.

Uji efektivitas PGPR di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai

Parameter hasil panen kedelai per 10 pohon dapat dibaca pada Tabel 4 dan hasil panen kedelai per petak dapat dibaca pada Tabel 5.

Hasilnya penelitian bervariasi dan berbeda-beda disetiap penelitian lainnya. Hasil dari penelitian ini (lahan

sempit) dapat dikonversikan ke hasil dari penelitian dengan lahan yang luas. Seperti penelitian sebelumnya tentang cara untuk meningkatkan produksi kedelai di lahan marginal yang dilakukan Arsyad (2004), Rumbaina et al. (2004), dan Taufiq et al. (2004) hasilnya berbeda-beda serta menurut Sudaryono et al. (2007), hasil dilapangan tidak selalu menunjukkan sinergisme positif dan bersifat linier dengan peningkatan hasil.

Hasil panen pada penelitian ini menunjukkan, bahwa tanaman yang diberi POH AZOFOR1 dan AZOFOR2 pada semua para meter yang diukur menunjukkan hasil lebih tinggi dari tanaman yang diberi pupuk AZOFOS dan tanaman yang diberi POH AZOFOS hasilnya lebih tinggi dari tanaman yang diberi pupuk kimia, pupuk kompos dan tanpa diberi pupuk (kontrol). Hasil panen tertinggi diperoleh dari tanaman yang diberi POH Mix yaitu 480 g/10 pohon (berat tanaman); 129 jumlah bintil/10 pohon (jumlah bintil akar); 229,40 g/10 pohon (berat polong); 152 buah/10 pohon (jumlah polong); dan 130,5 g/10 pohon (berat biji); 3040 g/petak (berat polong); 1840 g/petak (berat biji); 1200 g/petak (berat kulit); dan 7,7 kg/petak (berat brangkasan).

Efektivitas bakteri penambat nitrogen pada pertumbuhan tanaman kedelai lebih unggul dibandingkan bakteri pelarut fosfat dan pupuk lainnya serta kontrol. Terlihat bahwa bakteri *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, *Rhizobium* sp.3, *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. anthiana* *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp yang terdapat pada POH AZOFOR 1 dan 2, berkolaborasi (bersimbiosis dan berasosiasi) lebih baik dengan tanaman inang (kedelai) dari pada bakteri pelarut fosfat (*Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. Pantothenicus*) dalam POH AZOFOS yang diberikan maupun bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat indigenus. Hal ini terlihat efektivitas bakteri tersebut dalam pembentukan bintil akar yang merupakan hasil penambatan N bebas dari udara. Pembentukan bintil akar tanaman kedelai yang dipupuk dengan AZOFOR 1 dan 2 lebih banyak dan dibandingkan dari tanaman kedelai yang dipupuk lainnya, termasuk pada tanaman kontrol yang diinfeksi bakteri indigenus). Efektivitas bakteri memacu tanaman kedelai untuk mengoptimalkan nodulasi sehingga 60 % kebutuhan nitrogen tanaman akan terpenuhi dari penambatan N dalam tanah dan udara (Nambiar dan Dart 1980). Pada hasil penelitian Jordan (1982), melaporkan bahwa bakteri *Rhizobium* yang dapat menodulasi tanaman kedelai secara efektif, dikenal sebagai *Bradyrhizobium japonicum* dan *Bacillus*, *Azotobacter*, dan *Azospirillum*, juga telah terbukti mampu melakukan fiksasi N₂ dengan terbentuknya bintil akar pada tanaman legum. Kemudian Alexander (1977) mengemukakan bahwa *Azotobacter* dan *Azospirillum* merupakan bakteri fiksasi N₂ yang mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh asam indol asetat untuk memacu pertumbuhan akar. Sedangkan *Azotobacter* yang diinokulasikan pada tanah akan mempersubur tanah, karena populasi bakteri tersebut akan terus bertambah banyak dan efektif menambat N, sehingga biomassa tanaman akan naik (Hindersah dan Simarmata 2004). Jadi jelas apabila bakteri efektif akan membuat

pertumbuhan akar menjadi baik baik dan pembentukan bintil semakin banyak, maka pertumbuhan dan hasil produksi kedelainya akan baik.

Hasil rata-rata produksi kedelai tertinggi dihasilkan oleh tanaman yang diberi POH Mix yaitu sebesar 1840 g dan terendah diperoleh dari tanaman kontrol (130 g). Hal ini terjadi karena penyerapan unsur hara yang disediakan oleh BPN dan BPS didaerah perakaran efektif. Hasanudin (2003) mengemukakan bahwa bakteri yang terdapat di perakaran tanaman dapat meningkatkan kapasitas akar dalam menyerap nutrisi di tanah bereaksi masam (pH tanah = 5,8) serta dilaporkan oleh Sumarno dan Manshuri (2007), bahwa tanaman kedelai toleran terhadap kejenuhan AL sebesar 20 %.

Jadi dari penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa bakteri hasil isolasi dari bintil akar dan rizosfir akar teridentifikasi sebagai *Bradyrhizobium japonicum*, *Rhizobium* sp.1, *Rhizobium* sp.2, *Rhizobium* sp.3 (diisolasi dari bintil akar kedelai), *Rhizobium leguminosarum*, *Burkholderia cepacea*, *B. cenospacea*, *B. anthiana* (diisolasi dari rizosfir tanaman kedelai), *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *B. Pantothenicus*, *Azotobacter* sp., dan *Azospirillum* sp. (diisolasi dari Gn Susu, Wamena, Papua). Seluruh bakteri mampu memproduksi IAA, enzim PMEase, dan P tersedia pada inokulan cair sehingga disebut PGPR. Efektivitas PGPR tertinggi dihasilkan oleh PGPR yang terkandung dalam POH Mix (14 isolat), karena dapat menaikkan kesuburan tanah dengan meningkatkan populasi bakteri biofertilizer, meningkat pembentukan bintil akar, menaikkan pH tanah, serta berdampak positif pada pertumbuhan dan produksi kedelai di tanah marginal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih disampaikan kepada proyek PN 5 yang membiayai penelitian ini dan kepada sdr Etty suryati, Ana Rahmawati dan sdr Engkos Kpswara yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbari GhA, Arab SM, Alikhani HA, Allahdadi I, Arzaneh MH. 2007. Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. and IAA of superior strain on wheat roots. *World J Agric Sci* 3: 523-529.
- Alexander M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.
- Allen SE. 1974. *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Anderson JPE. 1982. Soil respiration. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds). *Methods of soil analysis: Part 2, chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy-SSSA. Madison, Wisconsin.
- Arsyad DM. 2004. Varietas kedelai toleran lahan kering masam. *Makalah Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Masam*. BPTP Lampung, 41-47. 30 September 2004.
- Baldani JI, Caruso Vera L, Baldani LD, Silvia R Goi, and Dobreiner J. 1997. Recent advance in BNF with non-legume plants. *Soil Biol Biochem* 29 (5/6): 911-922.

- Baldani VLD, Dobereiner J. 1980. Host-plant specificity in the infection of cereals with *Azospirillum* spp. *Soil Biology Biochemistry* 12: 433-439
- Biswas JC, Ladha JK, Dazzo FB. 2000. Rhizobial inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1644-1650
- Caceres EAR. 1982. Improved medium for isolation of *Azospirillum* spp. *Applied and Environmental Microbiology* 44: 990-991.
- Gaur AC. 1981. Phospho-microorganism and varians transformation. In: *Compost Technology, Project Field Document No. 13* FAO. 106-111.
- Gholami A, Shahsavani S, Nezarat S. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *Intl Schol Sci Res Innov* 3(1): 9-14.
- Gravel V, Antoun H, Tweddell RJ. 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biol Biochem* 39: 1968-1977.
- Gusnaniar. 2007. Produksi IAA oleh *Rhizobium* spp, *Pseudomonas* spp, dan *Azobacter* sp dalam medium sintetik dan serum lateks *Hevea brasiliensis* Muel. Arg dengan suplementasi triptofan. [Skripsi S1]. Fakultas Biologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hartono A. 2000. Pengaruh pupuk fosfor, bahan organik, dan kapur terhadap pertumbuhan jerapan P pada tanah masam latosol Darmaga. *Gakuryoku* 6 (1): 73-78.
- Hasanudin. 2003. Peningkatan ketersediaan dan serapan N dan P serta hasil tanaman jagung melalui inokulasi mikoriza, *Azotobacter*, dan bahan organik pada ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 5 (2): 83-89
- Hindersah R, Simarmata T. 2004). Potensi rizobakteri azotobacter dalam meningkatkan kesehatan tanah. *Jurnal Natur Indonesia.* 5 (2): 127-133.
- Jolly SN, Shanta NA, dan Khan ZUM. 2010. Quantification of Heterophilic Bacteria and *Azospirillum* from the Rhizosphere of Taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) and the Nitrogen Fixing Potential of Isolated *Azospirillum*, *International Journal of Botany*.
- Jordan DC. 1984. Famili III. Rhizobiaceae conn 1938, 321AL, p. 234-256. In: Krieg NR, Holt JE (eds.). *Bergeys Manual of Systematic Bacteriology*, Vol. 1. The William and Wilkins Co., Baltimore
- Karlen DL, Hurlley EG, Mallarino AP. 2006. Crop rotation on soil quality at three northern corn/soybean belt location. *Agron J* 98: 484-495.
- Kyuma Kazutake. 2004. *Paddy soil science*. Kyoto Univ. Press and Trans Pacific Press. Kyoto.
- Maor R., Haskin S, Levi-Kedmi H, Sharon A. 2004. In planta production of indole-3-acetic acid by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Aeschynomene*. *App Environ Microbiol* 70: 1852-1854.
- Nambiar PTC, Dart PJ. 1980. Studies on nitrogen fixation by groundnut in INCRISAT. Proceedings of the International Workshop on Groundnuts 110-124. International Crop Research Institute for the Semi-Aris Tropicals. India.
- Nguyen CWY, Tacon FL, Lapeyrie F. 1992. Genetic viability of phosphate solubilizing activity by monocaryotic and dicaryotic mycelia of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria bicolor* (Maire) PD Orton. *PI Soil* 143: 193-199.
- Nurosid O, Lestari dan Puji. 2008. Kemampuan *Azospirillum* sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase pada Medium Campuran Dedak dan Onggok dengan Waktu Inkubasi berbeda, Universitas Soedirman, Purwokerto.
- Obaton M. 1977. Effectiveness, Saprofitic and competitive Ability three properties of *Rhizobium* essential for in-cresing the yield of inoculated legumes. In: Ayanaba A, Dart PJ (eds.) *Biological Nitrogen Fixation in Farming Systems of the Tropics*. John Wiley & Sons, New York.
- Ramachandran K, Srinivasan V, Hamza S, Anandaraj M. 2007. Phosphate solubilizing bacteria isolated from the rizosphere soil and its growth on black pepper (*Piper nigrum* L.) cutting. *PI Soil Sci* 102: 325-331.
- Rao S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi 2. UI Press, Jakarta.
- Reyes I, Valery A, Valduz Z, Velazquez E, Rodriguez-Barrueco C. (eds.). 2007. Phosphate-solubilizing microorganisms isolated from rhizospheric and bulk soils of colonizer plants at an abandoned rock phosphate mine. *First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization*, 69-75
- Richard JD, Louis Henry J, Louis Henry G. 1984. *Soybeans Crops Production*. 5th Ed. Practice Hall. Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Rumbaina D, Amrizal N, Widiyantoro, Marwoto, Taufiq A, Kuntastyuti H, Arsyad DM, Heriyanto. 2004. *Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di lahan masam*. Makalah Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Masam. BPTP Lampung, 30 September 2004. p. 61-72.
- Saraswati R, Sumarsono. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 3(1): xx.
- Savin MC, Taylor H, Görres JH, Amador JA. 2000. Seasonal variation in acid phosphatase activity as a function of landscape position and nutrient inputs. *Agron Abst* 92: 391
- Seshadri S, Ignacimuthu S, Lakshminarsimhan C. 2002. Variations in heterotrophic and phosphatesolubilizing bacteria from Chennai, southeast coast of India. *Indian J Mar Sci* 31: 69-72.
- Subikse IGM. 2006. Pemanfaatan jerami sebagai penyedia hara dan pembenah tanah pada lahan tadah hujan marginal di kabupaten Blera Jawa Tengah. Laporan akhir kerja sama penelitian Balai Penelitian Tanah-Program Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Inovasi (P4MI). Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.
- Sudaryono A, Wijanarko, Prihastuti, Sutarno. 2007. Analisis faktor pembatas pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan kering masam. *Agritek* 15 (4): 783-789.
- Vassileva M, Vassilev N, Venice M, Federici F. 2001. Immobilized cell technology applied in solubilization of insoluble inorganic (rock) phosphate and P plant acquisition. *Bioresource Technol.* 79: 263-271.
- Vincent JM. 1982. *Nitrogen Fixation in Legume*. Academic Press, London.
- Widawati S, Muharam A. 2012. Uji laboratorium *Azospirillum* sp. yang diisolasi dari beberapa ekosistem. *J Hortikultura* 22 (3): 258-267.
- Widawati, S. 2012. The Use of Plant Growth Promoting Rizobacteria (*Pseudomonas Fluorescens* and *Serratia Marcescens*) For Paddy Growth in High Salinity Ecosystem. Seminar Nasional Biodiversitas IV, 15 September 2012. Universitas Airlangga, Surabaya
- Widawati. 2014. The effect of salinity to activity and effectivity phosphate solubilizing bacteria on growth and production of paddy. *Proceeding International Conference on Biological Science, Faculty of Biology, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.
- Woo PCY, Lau SKP, Teng JLL, Tse H, Yuen KY. 2008. Then and now: use of 16S rDNA gene sequencing for bacterial identification and discovery of novel bacteria in clinical microbiology laboratories. *Clin Micobiol Infect* 14: 908-934

Peran Kebun Raya Indonesia dalam upaya konservasi tumbuhan dan penurunan emisi karbon

Role of Indonesian Botanic Gardens in efforts to plant conservation and carbon emission reduction

DANANG W. PURNOMO[✉], HENDRA HELMANTO^{✉✉}, ANGGA YUDAPUTRA^{✉✉✉}

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Ir. H. Juanda 13 Bogor 16003, Jawa Barat. Tel./fax.: +62-251-8322187, ✉email: dnabdz@yahoo.com, ✉✉hendradorestugm@gmail.com, ✉✉✉yuda_science@yahoo.com

Manuskrip diterima: 29 November 2014. Revisi disetujui: 10 Januari 2015.

Abstract. Purnomo DW, Helmanto H, Yudaputra A. 2015. Peran Kebun Raya Indonesia dalam upaya konservasi tumbuhan dan penurunan emisi karbon. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 66-70*. Pengelolaan biodiversitas nasional hanya akan efektif jika penggalan potensi sejalan dengan upaya konservasinya secara berkesinambungan. Status lahan Kebun Raya (KR) yang tetap dan tidak dapat dialihfungsikan merupakan jaminan kelestarian tumbuhan di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap potensi tutupan vegetasi Kebun Raya Indonesia (KRI) sebagai bentuk sinergi antara konservasi tumbuhan termasuk pemanfaatannya dengan program lintas tema Pemerintah dalam upaya penurunan emisi karbon. Peranan koleksi KRI telah diukur Purnomo et al. (2013), dimana sebesar 24% tumbuhan terancam kepunahan telah dikoleksi di 25 KRI. Perhitungan kandungan karbon pada tutupan vegetasi Kebun Raya dapat diukur dengan metode pendugaan cepat dengan menghitung luas tutupan dikalikan kandungan karbon jenis tutupan. Nilai C stock pada tiap tipe tutupan vegetasi ditentukan berdasarkan tetapan Masripatin et al. (2010). Hasil perhitungan nilai C stock pada semua tutupan vegetasi KRI adalah 336.058,62 tonC. Kebun Raya yang memiliki lahan luas dengan tutupan vegetasi rapat seperti KR Jambi dan KR Balikpapan berkontribusi tertinggi dengan nilai C stock masing-masing 47.293,45 tonC dan 41.033,96 tonC. Koleksi KR tua yang diwakili 4 KR LIPI memiliki C stock rata-rata 138,32 tonC/ha, sedangkan pada KR baru yang diwakili KR Batam, KR Kendari, KR Banua, dan KR Sriwijaya memiliki C stock rata-rata 45,71 tonC/ha. Kandungan karbon pada kebun raya yang telah mencapai tutupan vegetasi ideal adalah 105,81 tonC/ha.

Kata kunci: biomassa, kebun raya, konservasi, stock karbon, tumbuhan

Abstract. Purnomo DW, Helmanto H, Yudaputra A. 2015. Role of Indonesian Botanic Gardens in plant conservation and carbon emission reduction. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 66-70*. National biodiversity management will only be effective if its potential exploration is parallel with sustainable conservation efforts. Land status of botanic gardens (BG) which should be permanent and can not be converted into other uses, is securing the conservation of the plants in the gardens. This study aims to investigate vegetation cover potential of the Indonesian Botanic Gardens (IBG) as a synergy model between plant conservation and use with the government cross-cutting programs to reduce carbon emissions. The role of IBG's collection has been examined by Purnomo et al. (2013), in which 24% of the Indonesian threatened plants have been collected in 25 BGs. Carbon stocks of BG's vegetation cover can be measured using rapid estimation method by calculating the covered area multiplied by the carbon content of each cover type. Based on the provisions of Masripatin et al. (2010), total C stock in IBG's vegetation cover is 336,058.62 tonC. BGs having a vast area with dense vegetation cover, i.e. Jambi BG and Balikpapan BG, deposit the highest C stock value of 47293.45 tonC and 41033.96 tonC respectively. Old BG collections, represented by 4 BGs of Indonesian Institute of Sciences, have an average C stock of 138.32 tonC/ha, whereas more recently-developed BGs, represented by Batam BG, Kendari BG, Banua BG, and Sriwijaya BG have an average C stock of 45.71 tonC/ha. The carbon content of ideal vegetation cover in BG is 105.81 tonC/ha.

Keywords: biomass, botanic gardens, carbon stocks, conservation, plant

PENDAHULUAN

Pemanfaatan biodiversitas harus sejalan dengan program lain sehingga terjamin keberlangsungannya. Upaya konservasi tumbuhan menjadi bagian dari program lintas tema pada isu biodiversitas harus terintegrasi dengan program-program pada isu perubahan iklim dan degradasi lahan (BGCI 2012). Komitmen pemerintah untuk mereduksi 26% emisi karbon sebagaimana pernyataan Presiden dalam COP 15 (*Conference of the Parties*) tahun

2009 di Copenhagen Denmark, dilakukan melalui penghijauan nasional (Setneg 2010). Sistem pengelolaan lahan yang dinamis menjadi kendala utama dalam mempertahankan kontinuitas cadangan karbon.

Ukuran cadangan karbon pada suatu lahan sering diistilahkan sebagai stok karbon, yaitu jumlah absolut karbon yang berada di permukaan dan di dalam tanah dalam satu satuan waktu tertentu (Smith 2005). Semakin tinggi biomasa suatu tumbuhan, maka makin besar pula karbon yang diserap oleh tumbuhan tersebut. Biomasa

tajuk, batang dan akar merupakan parameter penting dalam menilai daya penyerapan karbon. Satuan berat kering rata-rata biomasa pohon dapat memprediksi kemampuan menyerap karbon dengan kisaran kandungan C tumbuhan 40 – 50 % (Van Noordwijk et al. 2002).

Kebun Raya adalah aset penting yang paling strategis dalam mengurangi dampak perubahan iklim global pada saat ini (Haywood 2010). Kebun Raya merupakan kawasan konservasi *ex situ* yang tidak bisa dialihfungsikan (Pasal 5 Peraturan Presiden Nomor 93 Tahun 2011) sehingga tutupan vegetasi yang berupa koleksi akan terjamin kelestariannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap peran Koleksi Kebun Raya Indonesia (KRI) sebagai bentuk sinergi antara konservasi tumbuhan termasuk pemanfaatannya dengan program lintas tema Pemerintah dalam upaya penurunan emisi karbon.

dengan menghitung luas tutupan dikalikan kandungan karbon jenis tutupan. Data yang diperlukan antara lain; luas lahan dan prosentase tipe tutupan vegetasi, misalnya: hutan alam, hutan sekunder, tanaman seragam, lahan terbuka, infrastruktur terbangun, dan sebagainya. Data tersebut diambil dari data primer dengan pengamatan langsung dan sekunder yang berupa laporan perkembangan kebun raya dan komunikasi pribadi dengan Pendamping Kebun Raya setempat.

Analisis nilai C stock ditentukan berdasarkan tetapan nilai C stock Masripatin et al. (2010). Nilai total C stock merupakan komulasi dari nilai C stock untuk berbagai tipe tutupan vegetasi. Nilai C stock pada tipe-tipe tutupan vegetasi yang tidak terdaftar dalam Masripatin et al. (2010) dapat dipilih data tipe lahan yang mirip atau mendekati dengan melihat riwayat lahan.

BAHAN DAN METODE

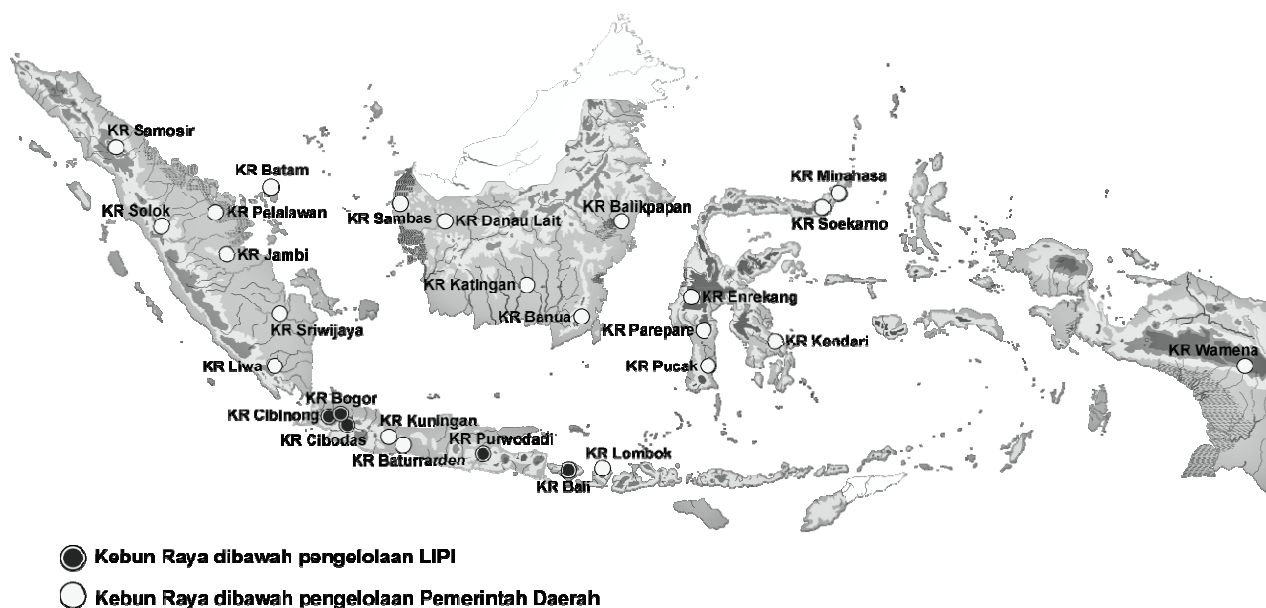
Obyek penelitian ini adalah tutupan vegetasi yang berupa koleksi dan non koleksi tumbuhan dari 27 Kebun Raya Indonesia (Gambar 1) yang terdiri dari 5 Kebun Raya (KR) yang dikelola LIPI (KR Bogor, KR Cibodas, KR Purwodadi, KR ‘Eka Karya’ Bali, dan KR Cibinong) dan 22 KR yang dikelola Pemerintah Daerah (KR Balikpapan, KR Batam, KR Baturraden, KR Bukit Sari Jambi, KR Danau Lait, KR Enrekang, KR Katingan, KR Kendari, KR Kuningan, KR Liwa, KR Lombok, KR Minahasa, KR Jompie, KR Pucak, KR Sambas, KR Samosir, KR Solok, KR Benua, KR Parepare, KR Enrekang, KR Kenderi, KR Banua, KR Sriwijaya, KR Cibinong, KR Wamena, KR Soekarno, dan KR Pelalawan).

Perhitungan kandungan karbon pada tutupan vegetasi Kebun Raya dapat diukur dengan metode pendugaan cepat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai koleksi KRI dalam konservasi tumbuhan

Kebun Raya Indonesia dikembangkan berdasarkan kondisi ekoregion yang mencerminkan keragaman ekosistem dan habitat berbagai jenis tumbuhan di Indonesia. Setidaknya ada 47 ekoregion di Indonesia yang harus diselamatkan sehingga minimal terdapat 47 kebun raya yang tersebar di seluruh Indonesia (Witono et al. 2012). Hingga 2012 terdapat 25 KRI yang baru mampu mengakomodasi 15 ekoregion. Luas total area 4.369,6 ha dengan jumlah koleksi 87.931 spesimen (Purnomo et al. 2013). Tiap kebun raya memiliki kekhasan tema koleksi yang ditentukan berdasarkan keunggulan lokal daerah setempat. Keunggulan lokal juga diangkat untuk membangun sebuah taman tematik tertentu.



Gambar 1. Sebaran Kebun Raya Indonesia

Jumlah koleksi KRI hingga saat ini baru mencapai 97 jenis (24%) dari total jumlah jenis tumbuhan terancam Indonesia, atau 104 jenis (25%) jika jenis yang ada di pembibitan dimasukkan (Purnomo et al. 2013). Capaian KRI ini masih berada di bawah Royal Botanic Garden, Kew yang mencapai 30% pada akhir tahun 2007, namun lebih baik jika dibandingkan dengan capaian Portugal yang hanya mampu mengkoleksi 5,9% nya saja (Purnomo et al. 2010). Potensi pengembangan koleksi KR Daerah yang besar akan semakin meningkatkan peran KRI dalam konservasi tumbuhan Indonesia. Terlebih lagi, kesinambungan pengembangan kebun raya ini sinergi dengan program pemerintah lintas tema lainnya yaitu perubahan iklim dan degradasi lahan.

Nilai C stock

Kebun Raya Indonesia yang terdiri dari 5 KR-LIPI dan 22 KR RD memiliki luasan yang bervariasi, dari yang terluas Kebun Raya Bukit Sari Jambi (425 ha) hingga yang terkecil Kebun Raya Parepare (13,5 ha). Luas total Kebun Raya Indonesia mencapai 3.531,5 ha. Nilai penting Kebun Raya pada suatu daerah tidak hanya bergantung pada luasan saja, namun faktor posisi Kebun Raya juga sangat berperan dalam mengurangi degradasi lingkungan. Meskipun Kebun Raya Parepare memiliki luasan kecil (13,5 ha), namun perannya menjadi penting untuk menyerap polusi dan emisi karbon di pusat Kota Parepare.

Hasil perhitungan nilai C stock pada semua tutupan vegetasi KRI adalah 336.058,62 tonC (Lampiran). Kebun Raya yang memiliki lahan luas dengan tutupan vegetasi rapat seperti KR Jambi dan KR Balikpapan berkontribusi tertinggi dengan nilai C stock masing-masing 47.293,45 tonC dan 41.033,96 tonC. Koleksi KR tua yang diwakili 4 KR LIPI memiliki C stock rata-rata 138,32 tonC/ha, sedangkan pada KR baru yang diwakili KR Batam, KR Kendari, KR Benua, dan KR Sumatera Selatan memiliki C stock rata-rata 45,71 tonC/ha. KR tua memiliki simpanan C yang lebih tinggi dikarenakan memiliki ukuran dan kandungan biomasa yang besar.

Pohon-pohon tua memiliki kemampuan menyimpan karbon yang tinggi dan sangat mempengaruhi proses-proses pemulihan dalam ekosistem hutan (Slik et al. 2009). Sedangkan vegetasi KR muda disusun oleh tumbuhan koleksi muda. Tumbuhan muda cenderung memiliki diameter kecil dan berat jenis ringan sehingga memiliki kandungan C yang rendah (Maulana 2009). Karakter vegetasi KR Bogor yang memiliki umur tua dengan diameter pohon-pohon yang besar menjadikannya sebagian besar masuk dalam kategori stratifikasi hutan primer. Disamping itu sebagian besar koleksi tumbuhan KR Bogor terdiri dari spesies yang perlu dikonservasi dan memiliki heterogenitas yang tinggi sehingga memiliki kemiripan dengan hutan primer. Dalam analisis ini tutupan vegetasi KRB menggunakan estimasi kandungan C hutan primer sebesar 247,40 tonC/ha (Samsuudin et al. 2009). Hutan primer memiliki taksiran kandungan C yang paling tinggi. Hairiyah dan Rahayu (2010) menyebutkan Hutan alami memiliki jumlah C tersimpan tertinggi (sekitar 497 tonC/ha) dibandingkan sistem penggunaan lahan lainnya. Sedangkan beberapa lingkungan di kebun raya memiliki kemiripan

dengan hutan sekunder. Hal ini dikarenakan vegetasi penyusun memiliki diameter cukup besar dan usia yang relatif tua dengan komposisi tegakan yang homogen. Hal ini menjadikan vegetasi tersebut mirip dengan karakteristik hutan sekunder. Estimasi kandungan karbon pada hutan sekunder 113,20 tonC/ha menurut Dharmawan et al. (2010).

Kandungan karbon pada tutupan vegetasi yang ideal di Kebun Raya

Prinsip dasar pembangunan sebuah kebun raya adalah tidak merubah bentang lahan secara frontal, termasuk tidak akan merubah tutupan vegetasi secara ekstrim (Witono et al. 2012). Oleh karena itu, ketika tutupan vegetasi sebuah kebun raya yang berupa hutan tidak akan dilakukan *clearing*, namun akan dibiarkan sebagai koleksi spontan atau menjadi non koleksi yang diperthankan untuk berbagai alasan. Akan tetapi perlu dibandingkan nilai stock karbon tiap kebun raya berdasarkan tahapan pembangunannya. Beberapa kebun raya tersebut sudah mencapai kondisi tutupan vegetasi yang tidak berubah secara frontal. Sementara kebun raya lainnya masih pada tahap persiapan dan tahap pembangunan yang masih memungkinkan dilakukan perubahan tutupan vegetasi secara minor.

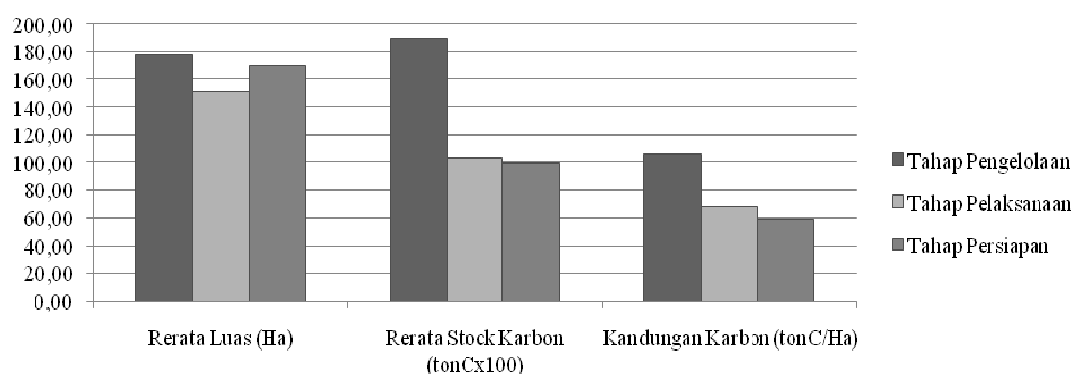
Pengukuran kandungan C kebun raya dapat dikategorikan berdasarkan tahapan pembangunannya. Tahapan pembangunan KRI dibagi menjadi 3 kategori, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan pengelolaan. *Tahap Persiapan*, yaitu tahapan pembangunan sarana dan infrastruktur awal setelah masterplan disusun. Terdapat 5 kebun raya yang berda pada tahap ini, antara lain: KR Batam, KR Danau Lait, KR Kendari, KR Soekarno, dan KR Pelalawan. Kandungan C kebun raya tahap persiapan adalah 58,81 tonC/ha. *Tahap Pelaksanaan*, yaitu tahapan pembangunan sarana dan infrastruktur lanjutan yang diindikasikan dengan sudah adanya Lembaga Pengelola. Terdapat 15 kebun raya yang berada pada tahap ini, antara lain: KR Baturraden, KR Bukit Sari Jambi, KR Katingan, KR Kuningan, KR Liwa, KR Lombok, KR Minahasa, KR Jompie, KR Pucak, KR Sambas, KR Samosir, KR Solok, KR Benua, KR Sriwijaya, dan KR Wamena. Kandungan C kebun raya tahap pelaksanaan adalah 67,80 tonC/ha. *Tahap Pengelolaan*, yaitu tahapan pembangunan setelah dilakukan *launching*, dimana sebuah kebun raya sudah bisa dibuka untuk umum karena telah memenuhi persyaratan untuk menjalankan fungsi kebun raya untuk konservasi, pendidikan, penelitian, wisata, dan jasa lingkungan. Terdapat 7 kebun raya pada tahap ini, yaitu: KR Bogor, KR Cibodas, KR Purwodadi, KR 'Eka Kara' Bali, KR Cibinong, KR Balikpapan, dan KR Enrekang. Kandungan C kebun raya tahap pengelolaan yang merupakan tutupan vegetasi ideal adalah sebesar 105,81 tonC/ha.

Kandungan C tutupan vegetasi kebun raya pada kondisi ideal mendekati tipe vegetasi hutan primer dataran tinggi (103,16 tonC/ha) dan hutan tanaman agathis umur 40 tahun (113,20 tonC/ha) di Gunung Gede Pangrango Seksi Wilayah Nagrak, Sukabumi, Jawa Barat (Dharmawan et al. 2010). Stock karbon kebun raya lebih tinggi jika dibandingkan dengan hutan tanaman *Peronema canescens* umur 10-25 tahun (35,7-71,8 tonC/ha) dan *Schima wallichii* umur 25 tahun (74,4 tonC/ha) (Ginting 1997).

Tabel 1. Tutupan vegetasi dan nilai stock karbon di Kebun Raya Indonesia

Nama Kebun Raya	Luas	Stock Karbon (tonC) Pada Tipe Vegetasi...					Total (tonC)
		HA	HT	AGR	SB	PR	
KR Bogor	87	17.003,80				60,9	17.064,70
KR Cibodas	120	9.284,40	2.610,00			120	12.014,40
KR Purwodadi	85	16.823,20			63,75	85	16.971,95
KR Eka Kara Bali	157,5	12.480,30	3.565,80			78,75	16.124,85
KR Balikpapan	309	39.278,84			1.198,92	556,2	41.033,96
KR Batam	86	1.080,16	319,92		322,5		1.722,58
KR Baturraden	142	732,44	15.770,52		42,6		16.545,56
KR Bukit Sari	425	46.592,20			701,25		47.293,45
KR Danau Lait	328	4.508,03			4.428,00		8.936,03
KR Enrekang	300	13.584,00	853,38		2.520,00		16.957,38
KR Katingan	127	1.053,47			1.466,85	12,7	2.533,02
KR Kendari	113	13.006,98			525,45		13.532,43
KR Kuningan	172	1.947,04			2.244,60		4.191,64
KR Liwa	86	97,35	206,4		825,6		1.129,35
KR Lombok	130	7.358,00		1.368,25	292,5		9.018,75
KR Minahasa	186	10.527,60			1.339,20		11.866,80
KR Jompie	13,5	1.222,56					1.222,56
KR Pucak	120	10.867,20			1.044,00		11.911,20
KR Sambas	300	31.243,20			225		31.468,20
KR Samosir	100	905,6			1.350,00		2.255,60
KR Solok	112,6	2.676,73	2.449,05	331,83	1.013,40		6.471,01
KR Banua	100				1.260,00	100	1.360,00
KR Sriwijaya	100		273		1.350,00		1.623,00
KR Cibinong	189	10.697,40			1.134,00		11.831,40
KR Wamena	160	3.622,40			1.680,00		5.302,40
KR Soekarno	221	2.501,72	22.002,98	465,21	331,5		25.301,41
KR Pelalawan	100				375		375
Total	4.369,6						336.058,62

Keterangan: HA: hutan alam dan sejenisnya; HT: hutan tanaman; AGR: agroforestry dan sejenisnya; SB: semak belukar; PR: padang rumput dan sejenisnya

**Gambar 2.** Stock karbon KRI berdasarkan tahapan pembangunannya.

Nilai estimasi simpanan karbon pada semua tutupan vegetasi KRI adalah 336.058,62 tonC. KR Jambi dan KR Balikpapan berkontribusi paling tinggi dalam penyimpanan karbon dengan nilai C stock masing-masing 47.293,45 tonC dan 41.033,96 tonC. Kandungan karbon KR tua yang diwakili 4 KR LIPI memiliki C stock rata-rata 138,32 tonC/ha. Kandungan karbon KR baru yang diwakili KR Batam, KR Kendari, KR Banua, dan KR Sriwijaya memiliki C stock rata-rata 45,71 tonC/ha. Kandungan C tutupan vegetasi kebun raya pada kondisi ideal adalah 105,81 tonC/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Dr. Joko Ridho Witono selaku koordinator kegiatan PN9 tentang pembangunan kebun raya daerah atas dukungannya, para pendamping kebun raya daerah atas masukan-masukannya, dan Mohamad Johari atas bantuan teknisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BGCI. 2012. International Agenda for Botanic Gardens in Conservation: 2nd edition. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- Dharmawan IWS, Samsuudin I, Siregar CA. 2010. Dinamika potensi biomasa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan. *Jurnal Penelitian Hutan. Pusat Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.*
- Gintings ANg. 1997. Pendugaan biomasa karbon pada berbagai tipe hutan tanaman. Kerjasama JIFPRO dan Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Masripatin N, Ginoga K, Pari G, Dharmawan WS, Siregar CA, Wibowo A, Puspasari D, Utomo AS, Sakuntaladewi N, Lugina M, Indartik, Wulandari W, Darmawan S, Heryansah I, Heriyanto NM, Siringoringo HH, Damayanti R, Anggraeni D, Krisnawati H, Maryani R, Apriyanto D, Subekti B. 2010. Pedoman Pengukuran Karbon untuk mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Bogor.
- Maulana SI. 2009. Pendugaan densitas karbon tegakan hutan alam di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 7 (4): 261-274.
- Muzahid HA. 2008. Potensi Simpanan Karbon di Hutan Alam Tropika Indonesia. [Skripsi]. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Noor'an RF. 2007. Potensi biomasa karbon di Hutan Lindung Sungai Wain, Kalimantan Timur. Laporan Hasil Penelitian. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda.
- Peraturan Presiden Nomor 93 Tahun 2011 tentang Kebun Raya.
- Purnomo DW, Magandhi M, Kuswantoro F, Risna RA, Witono JR. 2013. Pengelolaan Koleksi Kebun Raya Dalam Kerangka Strategi Konservasi Tumbuhan Indonesia. Dipresentasikan pada Ekspose dan Seminar Kebun Raya Indonesia 25-26 November 2013, PKT KR Bogor-LIPI.
- Samsuudin I, Dharmawan IWS, Siregar CA. 2009. Potensi biomasa karbon pada hutan alam dan hutan bekas tebangan setelah 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan* 6.
- Siregar CA, Dharmawan IWS. 2007. Kuantifikasi biomasa karbon pada tegakan *Agathis loranthifolia*. [Laporan Hasil Penelitian]. Pusat Penelitian Hutandan Konservasi Alam, Bogor.
- Slik JWF, Aiba SI, Brearley FQ, Cannon CH, Forshed O, Kitayama K, Nagamaru H, Nilus R, Payne J, Paoli G, Poulsen AD, Raes N, Sheil D, Sidayasa K, Suzuki E, Valkenburg JLCHv. 2009. Environmental correlates of tree biomass, basal area, wood specific gravity and stem density gradients in Borneo's tropical forests. *Global Ecol Biogeogr* 19: 50-60.
- Van Noordwijk M, Mulia R, Hairiah K. 2002. Bahan Ajar 8. Estimasi Biomasa Tajuk Dan Akar Pohon Dalam Sistem Agroforestri: Analisis Cabang Fungsional (Functional Branch Analysis, Fba) Untuk Membuat Persamaan Alometrik Pohon. WaNuLCAS Model Simulasi Untuk Sistem Agroforestri. International Centre for Research in Agroforestry Southeast Asian Regional Research Programme, Bogor Indonesia.

Mengungkap keberadaan dan potensi gayam (*Inocarpus fagifer*) sebagai sumber pangan alternatif di Sukabumi, Jawa Barat

Revealing the existence and potential of gayam (*Inocarpus fagifer*) as an alternative food source in Sukabumi, West Java

NINIK SETYOWATI^{1,*}, ALBERTUS HUSEIN WAWO²

Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911. *e-mail: sety_wangi@yahoo.com

Manuskrip diterima: 9 Desember 2014. Revisi disetujui: 14 Januari 2015.

Abstrak. Setyowati N, Wawo AH. 2015. Mengungkap keberadaan dan potensi gayam (*Inocarpus fagifer*) sebagai sumber pangan alternatif di Sukabumi, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 71-77*. Gayam (*Inocarpus fagifer*) berpotensi sebagai sumber pangan alternatif karena bijinya mengandung karbohidrat cukup tinggi (75,79-77,70%). Namun tanaman ini kurang dikenal masyarakat, dan belum banyak data penelitiannya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan. Metode penelitian yang digunakan adalah survei, yaitu pada 13 kecamatan (22 desa) yang dipilih secara acak. Pengamatan dilakukan pada beberapa lokasi yang dituju seperti kebun, tegalan, pekarangan dan lokasi dekat sumber air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 22 desa yang disurvei hanya ditemukan 2 pohon gayam dewasa di kampung Krenceng, desa Pondokkaso Tengah, kecamatan Cidahu. Di desa ini gayam disebut dengan nama gatet. Satu pohon sedang berbuah, diperkirakan umurnya sekitar 20 tahun dengan tinggi sekitar 20 meter, lingkaran batang 110 cm, lebar tajuk 9,0 m, dengan ukuran buah panjang 6,95 cm, lebar 6,94 cm, diameter 4,18 cm, berat 94,6 gr dan kadar air 85,14%. Tanaman gayam tumbuh dekat mata air dan kolam ikan, terletak pada ketinggian 533 m dpl., koordinat LS 06° 92' 247", BT 92° 48' 050". Pohon gayam ini sudah beberapa kali menghasilkan buah, dan sudah diolah sebagai makanan selingan seperti direbus, dibakar atau dibuat keripik, juga telah dijual di Jakarta, dalam skala terbatas. Disekitar kebun tumbuh 5 semai gayam yang masih kecil. Jenis-jenis pohon yang tumbuh dekat gayam adalah kelapa, nangka, durian, sengon, bambu dan pisang. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa wilayah Sukabumi bukan merupakan daerah sebaran alami tanaman gayam. Secara umum masyarakat Sukabumi belum mengenal tanaman gayam, begitu juga pemanfaatannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai sumber informasi bagi masyarakat dan para pembuat kebijakan di daerah, bahwa gayam dapat tumbuh dengan baik di Kabupaten Sukabumi tanpa perawatan khusus, sehingga berprospek dikembangkan sebagai sumber pangan alternatif, karena bijinya mengandung karbohidrat cukup tinggi.

Kata Kunci: gayam (*Inocarpus fagifer*), sumber pangan alternatif, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.

Abstract. Setyowati N, Wawo AH. 2015. Revealing the existence and potential of gayam (*Inocarpus fagifer*) as an alternative food source in Sukabumi, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 71-77*. Gayam (*Inocarpus fagifer*) is a potential alternative food source because its seeds contain high carbohydrate (75.79 to 77.70%). However, the plant is less known by public and studies on this plant have rarely been done. Thus, this study was conducted to examine the existence and the potential of gayam as a food source. Data collection was done using survey in 13-randomly-selected districts (22 villages). Gardens, agriculture farms, yards and fields near the water source were observed to find any gayam growing. The survey only found two gayam in study location. The trees were growing in the Krenceng, Pondokkaso Tengah village, Cidahu subdistrict. In this village, gayam is called as 'gatet'. One tree has fruits, the age of tree was estimated to around 20 years old. The plant height was about 20 meters, stem circle 110 cm, crown width 9.0 m, the size of fruit i.e. length 6.95 cm, width 6.94 cm, diameter 4.18 cm, weight 94.6 grams and the water content of fruit 85.14%. The plant was growing near wellsprings and fish ponds, located at an altitude of 533 m above sea level, latitude 06o 92' 247", longitude 92o 48' 050". The tree has been several times producing fruits. The fruits were processed into a snack such as boiled, baked or chips, and sold in Jakarta in a limited production scale. Around the garden, we found 5 growing seedlings. Plants that grow near the gayam are coconut, jackfruit, durian, albizia, bamboo and banana. It can be concluded that gayam is rarely found growing in Sukabumi. People in Sukabumi are generally not familiar with gayam, as well as its utilization. The results of this study can be used as a basic information for the public and policy makers, that gayam can actually grow in Sukabumi without special treatment. Thus they potentially can be developed as an alternative food source, because its seeds contain high carbohydrate.

Key words: gayam (*Inocarpus fagifer*), alternative food source, Sukabumi, West Java

PENDAHULUAN

Penggalakan program diversifikasi pangan perlu terus dilakukan untuk menunjang program kedaulatan pangan

yang dicanangkan pemerintah. Salah satu caranya yaitu dengan menggali, memanfaatkan dan mensosialisasikan potensi plasma nutfah yang ada dan belum dimanfaatkan. Karena Indonesia dikenal memiliki kekayaan

keanekaragaman hayati yang begitu besar yang mampu untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Penggalan dan pemanfaatan flora sebagai sumber pangan alternatif sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap makanan pokok terutama beras sebagai sumber karbohidrat.

Salah satu jenis flora yang mempunyai kandungan karbohidrat cukup tinggi adalah gayam (*Inocarpus fagifer* (Park.) Fosberg). Selain kandungan karbohidratnya yang tinggi tanaman ini juga memiliki sistem perakaran yang dalam dan padat, serta tajuk yang lebar, sehingga tanaman gayam tahan terhadap perubahan iklim yang terjadi (Wawo et al. 2011). Biji gayam mengandung karbohidrat antara 75,79-77,70%, sehingga berpotensi sebagai sumber pangan alternatif (Eprillani et al. 2002; Wawo et al. 2011). Selain karbohidrat, biji gayam juga mengandung 7% lemak, 10% albumin, 2,5% abu (Burkill, 1966), protein 10,54-11,64%, kadar air 4,09-6,53%, lemak 2,26-2,50%, abu 2,95-4,04% dan serat kasar 0,83-1,13% (Wawo et al. 2011).

Inocarpus fagifer termasuk dalam famili *Fabaceae* merupakan tumbuhan berbentuk pohon, tinggi mencapai 20 m, diameter kanopi sekitar 15-16 m. Kayunya dapat dimanfaatkan untuk membuat perabot rumah seperti tempat tidur. Daun gayam berwarna hijau tua, letak anak daunnya berselang-seling. Buah gayam yang muda berwarna hijau dan setelah tua berubah warna menjadi hijau kekuningan. Buahnya bulat berbentuk lempeng dengan ketebalan sekitar 1-2 cm. Kulit buah memiliki urat yang jelas, kulit bijinya berserat, dalam biji terdapat daging biji (endosperm) (Heyne, 1987; Sosef dan van der Maesen, 1997). Pohon dewasa yang telah berumur 10-15 tahun akan menghasilkan buah setiap tahun, dan setiap pohon dapat menghasilkan lebih dari 1000 buah (Wawo et al. 2011).

Tanaman gayam disebut sebagai pohon nusantara karena Indonesia merupakan salah satu daerah persebaran tanaman gayam, ditemukan dapat hidup dari daerah dataran rendah hingga pada ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Di Yogyakarta, Cirebon dan Tegal, biji gayam dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai makanan selingan (snack) dan sebagai makanan utama jika terjadi kekurangan bahan pangan. Masyarakat Makasar menyukai tanaman ini sebagai sumber pangan dan menyebutnya *angkaeng*. Masyarakat Kecamatan Nangaroro, Flores, menyebut gayam dengan nama *ghaja* dan memakan daging bijinya setelah direbus atau dipanggang Heyne (1987). Di Probolinggo, Jawa Timur biji gayam juga dimanfaatkan sebagai makanan selingan setelah direbus, juga di Madura biji gayam sudah dibuat kripik dan dijual dalam skala terbatas (komunikasi pribadi penulis dengan penduduk setempat).

Dari uraian tersebut di atas diketahui bahwa daging biji gayam berpotensi sebagai sumber pangan. Namun hingga saat ini tanaman gayam belum dibudidayakan secara luas oleh masyarakat, begitu juga belum banyak ditemukan data penelitian tentang gayam. Sehingga masih perlu dilakukan penelitian tentang gayam baik dari aspek persebaran di alam, perbanyakan, agronomi serta paska panennya. Studi persebaran gayam di pulau Jawa belum banyak diungkapkan, oleh karena itu pada kesempatan ini dilakukan penelitian untuk mempelajari keberadaan dan persebarannya di Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Karena kabupaten ini memiliki kisaran ketinggian tempat dari dataran rendah

(tepi pantai) hingga ketinggian > 500 m di atas permukaan laut, dan di daerah ini banyak terdapat sungai-sungai kecil yang secara ekologis sesuai bagi pertumbuhan gayam. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keberadaan dan persebaran alami tanaman gayam di wilayah Kabupaten Sukabumi dan menggali potensinya sehingga dapat dikembangkan sebagai sumber pangan alternatif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di wilayah Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Metode penelitian yang digunakan adalah survei pada 13 kecamatan (22 desa) yang dipilih secara acak (Gambar 1), pengamatan dilakukan pada beberapa lokasi yang dituju seperti kebun, tegalan, pekarangan dan lokasi dekat sumber air. Data primer dikumpulkan secara pengamatan langsung di lapangan dan wawancara dengan masyarakat lokal. Data sekunder dikumpulkan secara penelusuran pustaka di perpustakaan dan internet. Untuk mengetahui keberadaan gayam dimulai dengan wawancara dengan penduduk setempat dan mengamati langsung pada lokasi-lokasi di sekitar pinggir sungai. Pada saat wawancara kepada responden diperlihatkan contoh material ranting tanaman gayam beserta daun, bunga dan buahnya (Gambar 2). Contoh material telah dipersiapkan, yang diambil dari Kebun Raya Bogor. Apabila telah ditemukan pohon gayam kemudian dicatat ukuran pohon gayam, serta data pendukung ekologi seperti tinggi tempat, suhu, posisi lintang, dan jenis-jenis pohon yang tumbuh berdekatan dengan gayam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran daerah Kabupaten Sukabumi

Kabupaten Sukabumi semula beribu kota di Sukabumi, kemudian terjadi pemekaran wilayah sehingga kabupaten ini terbagi menjadi 2 wilayah yaitu kotamadya Sukabumi dengan ibukota Sukabumi dan Kabupaten Sukabumi dengan ibukota Pelabuhan Ratu. Luas Kabupaten Sukabumi sekitar 3.934,47 km² yang terbagi menjadi 47 kecamatan. Jumlah penduduknya 2.210 jiwa dengan perkiraan kepadatan sekitar 562 jiwa per km² (Gambar 1).

Sebagian besar wilayah Kabupaten Sukabumi adalah berbukit-bukit dan bergunung dan hanya sebagian kecil merupakan daerah dataran rendah. Beberapa gunung yang termasuk dalam wilayah ini adalah gunung Halimun, gunung Salak, gunung Perbakti dan gunung Gede. Diantara perbukitan dan gunung terdapat beberapa sungai besar seperti sungai Cimanteri, Cikaso, Cikarang, Cibojong dan Cicatih. Sungai-sungai kecil antara lain Cicareuh, Citarik, Cibat, Cipalasari, Ciboyong dan lain-lain. Jumlah sungai dan anak sungai yang banyak ini menyebabkan wilayah Kabupaten Sukabumi sangat kaya dengan aneka flora dan berpengaruh pada aktivitas penduduknya.

Sebagian besar penduduknya adalah bertani, memelihara ikan air tawar, beternak ayam dan memelihara ruminansia kecil, kerbau dan sapi dijumpai dalam jumlah terbatas dan sebagai nelayan. Berbagai pabrik terdapat di

wilayah kabupaten ini seperti pabrik air minum, pabrik tekstil, pabrik obat-obatan, pabrik pakan ternak dan pabrik pupuk. Pabrik-pabrik ini menggunakan masyarakat setempat sebagai tenaga kerja. Di wilayah Kabupaten Sukabumi juga terdapat beberapa perkebunan seperti Kelapa sawit, Teh dan Karet yang dikelola oleh PTP Nusantara VIII, yang juga menyerap tenaga kerja dari penduduk setempat.

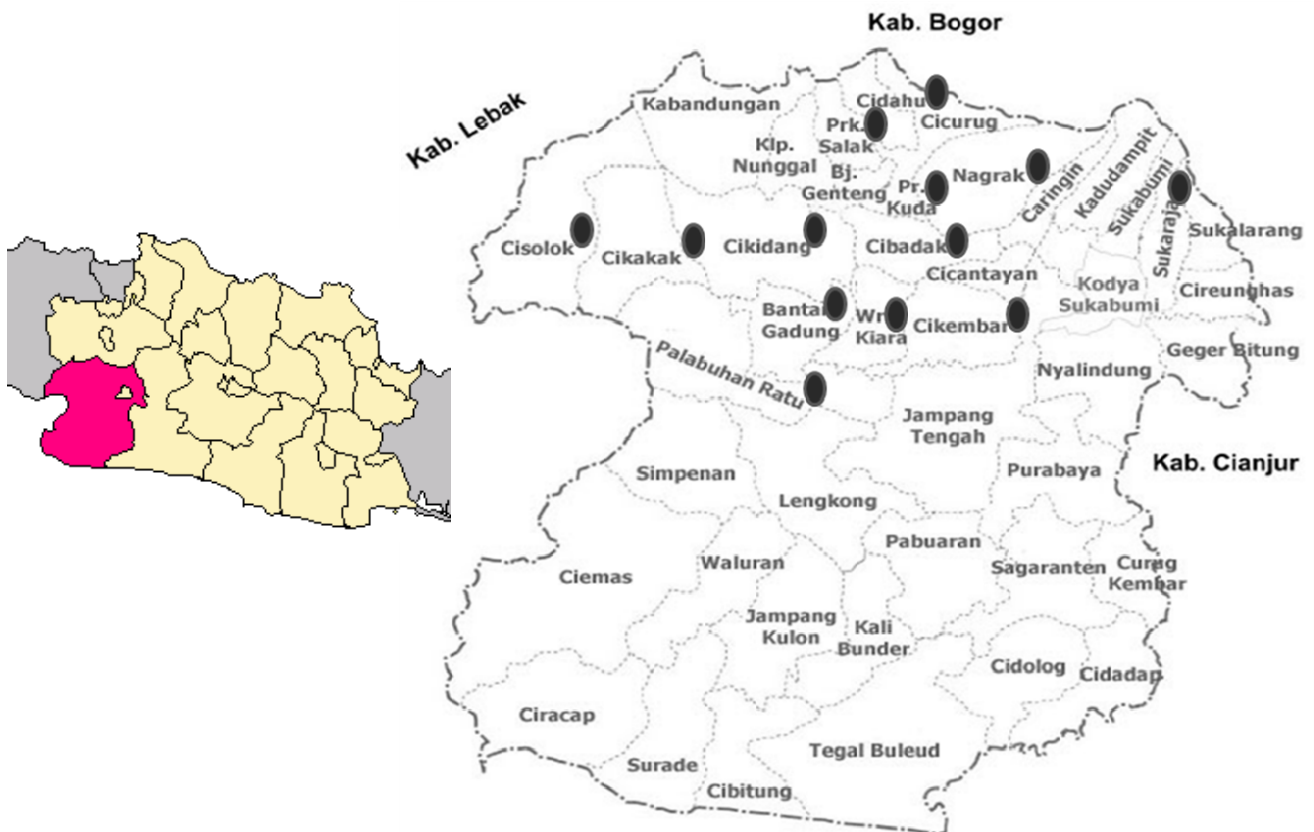
Masyarakat umumnya mengkonsumsi beras sebagai makanan utama terutama untuk makan siang dan malam sedangkan umbi-umbian dan sayur-sayuran sebagai tambahan saja. Sebagian besar hasil buah-buahan seperti pisang, rambutan, duku, durian, mangga, umumnya dijual untuk menambah penghasilan keluarga. Dilihat dari ketersediaan pangan keluarga masyarakat Kabupaten Sukabumi memiliki kecukupan pangan untuk dikonsumsi setiap hari. Namun kecukupan pangan tidak menjamin kecukupan gizi dalam keluarga.

Rumah yang didiami oleh masyarakat juga bervariasi. Umumnya masyarakat petani dengan lahan usaha tani yang terbatas, memiliki rumah yang sempit dengan lantai yang dipelur semen. Rumah penduduk terutama petani berdampingan satu dengan yang lain. Masyarakat melakukan kegiatan mck pada kamar mandi dan WC umum yang letaknya agak jauh dari rumah. Ada beberapa keluarga petani yang memiliki kamar mandi dan WC yang berada di samping rumah.

Dari hasil survei di wilayah Sukabumi yang meliputi 22

desa dalam 13 kecamatan yang dikunjungi (Gambar 1, Tabel 1), secara umum masyarakat belum banyak yang mengenal jenis tanaman Gayam, apalagi membudidayakannya. Hanya satu kampung yang ditemukan terdapat pohon gayam, yaitu di kampung Krenceng, desa Pondokaso Tengah, kecamatan Cidahu, terdapat 2 pohon gayam yang diperkirakan umur 20 tahun, disekitarnya terdapat 5 semai gayam.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa wilayah Kabupaten Sukabumi bukan termasuk daerah sebaran alami tanaman gayam, namun daerah ini sesuai untuk pertumbuhan tanaman gayam, karena pohon gayam dapat tumbuh baik di kampung Krenceng. Berbeda dengan wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta termasuk daerah sebaran alami tanaman gayam. Masyarakat di kabupaten Bantul, Sleman dan Kulon Progo telah berperan aktif dalam melestarikan tanaman gayam dengan memelihara semai gayam yang tumbuh dari buah tua yang jatuh (Wawo et al. 2011). Pohon gayam di wilayah Yogyakarta ada yang sudah berumur > 100 tahun (Wawo et al. 2011), sedangkan pohon gayam yang ditanam di Sukabumi baru berkisar 20 tahun, sehingga kemungkinan wilayah Sukabumi bisa menjadi sebaran alami gayam setelah 2 pohon yang ditemukan tersebut sudah mencapai umur lebih dari 100 tahun, dengan catatan pohon tidak ditebang, dan semai yang tumbuh disekitar pohon dilestarikan. Hal ini sangat tergantung dari peran serta masyarakat lokal dalam untuk melestarikan tanaman gayam.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di wilayah Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat



Gambar 2. Teknik mengungkap keberadaan gayam di Sukabumi, responden sedang mengamati daun dan buah gayam, di Parung Kuda (kiri), di Warung Kiara (kanan), Kabupaten Sukabumi.

Tabel 1. Keberadaan tanaman gayam pada lokasi yang dikunjungi di Kabupaten Sukabumi

Kecamatan	Desa	Kampung	Ketinggian (m dpl)	Jumlah pohon gayam
Cidahu	1. Pondokkaso Tengah	1. Krenceng	533	2
		2. Sukarame	615-640	0
Parakansalak	3. Lebaksari	3. Cikupa		
Parung Kuda	4. Cibodas		222-396	0
Nagrak	5. Langensari	4. Cihanjavar	636-884	0
		5. Cibodas		
Cibadak	6. Wangun		165-381	0
Cikembar	7. Cibodas	8. Sekarwangi		
		9. Karang Tengah		
Warung Kiara	10. Cikembar	6. Cikembar	318-348	0
		7. Cilaku		
Bantargadung	8. Cikuendah	9. Cibungur	318	0
Pelabuhanratu	10. Penyairan		156-857	0
			236-460	0
Cikakak	11. Girijaya		686-769	0
Cisolok	12. Ubrug	11. Gununggeulis	106	0
		12. Tegallea	335-550	0
Cikidang	13. Bantargadung	13. Bantarselang		
		14. Pangkalan		
Sukaraja	15. Citepus	14. Pangkalan		
		15. Goalpara	786-1066	0
	16. Cisarua	16. Nagrak		

Kecamatan Cidahu

Lokasi yang dikunjungi di kecamatan Cidahu adalah kampung Krenceng, desa Pondokkaso Tengah yang terletak pada ketinggian 533 m dpl. (Tabel 1). Lokasi ini kurang lebih 8 km dari jalan utama Bogor-Sukabumi, melewati simpang Caringin. Di desa ini gayam disebut dengan nama *gatet*, dan ditemukan 2 pohon gayam yang sudah dewasa. Satu pohon sedang berbuah meski tidak banyak, sedangkan satu pohon yang lain tidak berbuah (Gambar 3). Umur pohon ini diperkirakan sekitar 20 tahun dengan tinggi sekitar 20 meter, lingkaran batang 110 cm, lebar tajuk 9,0 m, dengan ukuran buah panjang 6,95 cm, lebar 6,94 cm, diameter 4,18 cm, berat 94,6 gr dan kadar air 85,14%.

Pohon ini terletak pada koordinat LS 06° 92' 247" dan BT 92° 48' 050". Tanaman gayam tumbuh dekat mata air dan kolam ikan (Gambar 4). Di sekitar pohon besar terdapat 5 semai yang siap untuk ditanam. Jenis-jenis pohon yang tumbuh dekat gayam adalah kelapa, nangka, durian, sengo, bambu dan pisang.

Walaupun pohon gayam di kampung ini sudah berbuah berkali-kali, dan masyarakat di kampung Krenceng telah memakan buahnya tapi tidak seorangpun yang mau membudidayakan pohon gayam. Hal ini karena lahan milik keluarga relatif sempit, pangan keluarga tersedia dalam jumlah memadai, tidak tersedia bibit dan tidak mengetahui cara membudidayakan gayam.



Gambar 3. Pohon gayam di kebun penduduk di kampung Krenceng, desa Pondokkaso Tengah, kecamatan Cidahu, Sukabumi



Gambar 4. Lokasi gayam, dekat sumber air, tim sedang mencatat data ekologi gayam (kiri), Adi (bertopi) sang pewaris gayam (kanan)

Sejarah asal usul gayam di kampung Krenceng ini adalah dimulai dengan kehadiran kakek Adi yang berasal dari Jakarta yang mendapat isteri orang Krenceng dan menetap di kampung ini. Semula ia membawa sebanyak 5 bibit gayam dari Jakarta. Kelima bibit ini ditanam pada lahan pak Ipik, karena kakek Adi tidak punya lahan. Dari lima bibit yang ditanam, yang hidup hingga sekarang dan tumbuh menjadi pohon hanya 2 bibit saja. Setelah berbuah, kakek Adi pernah menjual buah gayam ke Jakarta. Selain itu kakek Adi mengolah daging biji menjadi kripik gayam dan juga dijual ke Jakarta. Kakek Adi juga mengajarkan anak, keponakan dan cucunya untuk makan gayam. Setelah kakek Adi meninggal anak cucunya dan beberapa keluarga disekitarnya masih memanfaatkan buah gayam ini sebagai makanan selingan setelah daging bijinya direbus, juga dibuat sebagai kripik gayam. Saat ini tanaman tersebut masih dipelihara oleh cucunya walaupun berada pada lahan orang lain.

Kecamatan Parakansalak

Lokasi yang dikunjungi di kecamatan Parakan Salak adalah kampung Sukarame, desa Parakansalak dan kampung Cikupa, desa LebakSari. Kampung Sukarame terletak pada ketinggian 615 m dpl, dan kampung Cikupa terletak pada ketinggian 640 m dpl. (Tabel 1). Di kedua kampung ini masyarakat tidak mengenal gayam (*gatet*),

dari pengamatan di lapangan juga tidak didapat pohon gayam. Kuat dugaan di wilayah Parakan Salak tidak ada pohon gayam. Di kampung Cikupa dan Sukarame masyarakat menanam singkong, pisang, pepaya di kebunnya. Di desa Parakan Salak terdapat Perkebunan Teh yang dikelola oleh PTP Nusantara VIII.

Kecamatan Parung Kuda

Ada 2 lokasi yang dikunjungi yaitu desa Cibodas dan Langensari yang terletak pada ketinggian antara 396-222 m dpl. (Tabel 1). Masyarakat di dua desa ini tidak mengenal *gatet* walaupun mereka sudah mengamati-amati daun dan buah gayam yang diperlihatkan oleh tim peneliti (Gambar 2, kiri). Di kedua desa ini banyak ditemukan pohon kelapa, pohon aren dan pohon mahoni. Di kecamatan ini terdapat kebun teh dan kebun percontohan tanaman industri yang menjadi obyek agrowisata.

Kecamatan Nagrak

Kampung yang dikunjungi adalah kampung Cihanjavar desa Wangun dan kampung Cibodas desa Cibodas yang terletak pada ketinggian 884-636 m dpl. (Tabel 1). Di kampung Cihanjavar tim peneliti bertemu dengan seorang kolektor tanaman hias. Setelah diperlihatkan contoh tanaman yang dibawa dari Bogor ternyata sikolektor pun tidak mengenal gayam. Si kolektor menyarankan agar

bertemu dengan tukang arang di kampung Cibodas. Di kampung Cibodas tim peneliti melakukan wawancara dengan beberapa anggota keluarga petani dan memperlihatkan contoh daun dan buah gayam. Ternyata masyarakat di desa ini juga tidak mengenal gayam. Besar kemungkinan tanaman gayam tidak terdapat di wilayah ini. Petani di kampung ini mengolah sawah, menanam buah-buahan terutama rambutan, durian, jambu batu, nangka, kelapa, pisang dan srikaya.

Kecamatan Cibadak

Lokasi yang dikunjungi dalam kecamatan Cibadak adalah desa Sekarwangi dan Karang Tengah yang terletak pada ketinggian 165-381 m dpl. (Tabel 1). Masyarakat di kedua desa ini juga tidak mengenal gayam. Responden menyangka contoh tanaman yang dibawa dari Bogor adalah tanaman ketapang sebagai peneduh halaman rumah. Dengan demikian diketahui bahwa di daerah ini tidak ada pohon gayam.

Kecamatan Cikembar

Desa Cikembar, kecamatan Cikembar terletak pada ketinggian 318 m dpl. (Tabel 1). Di desa ini diwawancarai 3 keluarga yang berasal dari kampung yang berbeda yaitu kampung Cikembar, Cibatu dan Cikuendah. Setelah para responden mengamati daun dan buah gayam, ternyata tidak seorang pun yang mengenal tanaman gayam. Secara ekologis wilayah kecamatan Cikembar sesuai untuk pertumbuhan gayam. Ketidak-hadiran pohon gayam di desa ini kemungkinan beberapa hal antara lain, tidak tersedia bibit dan pohon induk, masyarakat tidak mengenal kegunaannya dan kecukupan pangan bagi keluarga.

Kecamatan Warung Kiara

Lokasi yang dikunjungi adalah kampung Cibungur desa Girijaya dan desa Ubrug yang terletak pada ketinggian 318 m dpl. (Tabel 1). Setelah responden mengamati contoh tanaman gayam (Gambar 2, kanan), mereka mengatakan kenal dengan pohon gayam yang tumbuh dekat sungai Cicareuh. Setelah tim peneliti mencapai lokasi sungai Cicareuh ternyata pohon yang ditunjuk bukanlah pohon gayam (*gatet*) tetapi pohon jambu air. Hal ini berarti masyarakat lokal di desa Girijaya tidak mengenal gayam. Sama halnya di Ubrug masyarakat juga tidak mengenal gayam. Di Kecamatan Warung Kiara terdapat perkebunan karet yang dikelola PTP Nusantara VIII.

Kecamatan Bantargadung

Lokasi yang dikunjungi adalah kampung Penyairan, desa Bantargadung yang terletak pada ketinggian 156-857 m dpl. (Tabel 1). Di desa Bantargadung dilewati sungai kecil yang bernama Cibentab. Di kampung Penyairan ada 2 keluarga diwawancarai, tapi tidak seorangpun dari para responden yang mengenal tanaman gayam. Hal ini menunjukkan di lokasi ini tidak terdapat tanaman gayam.

Kecamatan Pelabuhanratu

Di Kecamatan ini ada 2 lokasi yang dikunjungi yaitu Cikadu dan Citepus. Lokasi Cikadu pada ketinggian 460 m dpl sedangkan Citepus 236 m dpl. (Tabel 1). Di desa

Cikadu, tim peneliti mewawancarai tokoh masyarakat dan memperlihatkan contoh daun dan buah gayam yang dibawa dari Bogor, namun responden tidak mengenal gayam. Di desa Citepus responden hanya menduga gayam tumbuh sebagai tanaman semak yang tingginya hanya 1.0 m dan belum pernah ditemukan di hutan. Dengan demikian kuat dugaan gayam tidak terdapat di daerah Pelabuhanratu karena masyarakat lokal tidak mengenal gayam.

Kecamatan Cikakak

Lokasi yang dikunjungi desa Cikakak, kecamatan Cikakak yang terletak pada ketinggian 686-769 m dpl. (Tabel 1). Ada 2 responden yang diwawancarai dan mengamati sample daun dan buah yang dibawa dari Bogor. Responden pertama mengenal tanaman ini tapi adanya di daerah Yogyakarta. Di daerah Cikakak tempat ia tinggal belum pernah ditemukan gayam. Responden kedua sama sekali tidak mengenal tanaman gayam, pada hal tempat tinggal responden ini dekat hutan dan dekat sungai. Dengan demikian diketahui bahwa tanaman gayam tidak terdapat di kecamatan Cikakak.

Kecamatan Cisolok

Di kecamatan Cisolok lokasi yang dikunjungi adalah kampung Gununggeulis, desa Cisolok yang terletak pada ketinggian 106 m dpl. pada punggung bukit (Tabel 1). Pada lokasi ini diwawancarai 2 responden yaitu seorang petani dan seorang penebang kayu / tukang kayu. Petani sama sekali tidak mengenal tanaman gayam. Responden kedua yang sering ke hutan menuturkan bahwa tanaman seperti itu adalah jenis tanaman climber yang memanjat pada pohon lain. Pernyataan yang keliru ini menunjukkan bahwa para responden tidak mengenal tanaman gayam. Dengan demikian, kuat dugaan bahwa tanaman gayam tidak ada di kecamatan Cisolok.

Kecamatan Cikidang

Lokasi yang dikunjungi dikecamatan Cikidang adalah kampung Tegallega, desa Cikiray dan kampung Bantarselang, desa Cikidang dan kampung Pangkalan, desa Pangkalan. Ketiga kampung ini letaknya berjauhan satu dengan lainnya dan diapit oleh lembah yang dalam. Kampung Tegallega terletak pada ketinggian 335 m dpl, kampung Bantar Selang pada ketinggian 410 m dan kampung Pangkalan pada ketinggian 550 m dpl. (Tabel 1). Antara kampung Tegallega dan Bantar Selang terdapat sungai Citarik, yang digunakan penduduk untuk pengairan persawahan, pemeliharaan ikan air tawar, semuanya dalam jumlah terbatas. Para responden dari ketiga kampung ini tidak mengenal gayam, walaupun para responden ini sering mengambil bahan bangunan dari hutan. Dengan demikian disimpulkan bahwa di kecamatan Cikidang tidak terdapat tanaman gayam. Di kampung Pangkalan terdapat perkebunan Kelapa sawit yang dikelola oleh PTPN VIII.

Kecamatan Sukaraja

Lokasi yang dikunjungi adalah kampung Goalpara, desa Limbangan, dan kampung Nagrak, Desa Cisarua. Desa Limbangan terletak pada ketinggian 786 m dpl, kampung Nagrak pada ketinggian 973 m dpl dan kampung Goalpara

pada ketinggian 1066 m dpl. (Tabel 1). Ada 5 responden petani yang diwawancarai. Dari hasil wawancara dan pengamatan material contoh yang dibawa dari Bogor, diketahui bahwa para responden tidak mengenal tanaman gayam. Dengan demikian diketahui bahwa daerah Sukaraja tidak terdapat tanaman gayam. Masyarakat Goalpara dan Cisarua pada umumnya bertani dengan menanam sayuran dan memelihara kambing. Di kampung Goalpara dan Cisarua terdapat perkebunan teh yang dikelola oleh PTPN VIII.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Kabupaten Sukabumi tidak termasuk daerah sebaran alami tanaman gayam. Pohon gayam yang ditemukan adalah tanaman gayam yang sengaja ditanam warga pendatang dari Jakarta yang menetap di kampung Krenceng, desa Pondokkaso Tengah, kecamatan Cidahu. Di desa ini gayam disebut dengan nama *gatet*. Di Cidahu terdapat 2 pohon gayam dewasa diperkirakan umur 20 tahun, tinggi sekitar 20 meter, lingkaran batang 110 cm, lebar tajuk 9,0 m, dengan ukuran buah panjang 6,95 cm, lebar 6,94 cm, diameter 4,18 cm, berat 94,6 gr dan kadar air 85,14%. Pohon gayam tumbuh dekat mata air dan kolam ikan, terletak pada ketinggian 533 m dpl, koordinat LS 06° 92' 247", BT 92° 48' 050", disekitarnya terdapat 5 semai gayam. Pohon gayam ini sudah beberapa kali menghasilkan buah, dan sudah diolah sebagai makanan selingan seperti direbus, dibakar atau dibuat keripik, juga telah dijual ke Jakarta dalam skala terbatas. Secara umum masyarakat Sukabumi belum mengenal tanaman gayam, begitu juga pemanfaatannya. Sebagian besar petani Sukabumi lebih

memilih jenis-jenis tanaman yang bernilai ekonomi. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat dipakai sebagai sumber informasi bagi masyarakat dan para pembuat kebijakan di daerah, bahwa gayam dapat tumbuh dengan baik di Kabupaten Sukabumi tanpa perawatan khusus, sehingga berprospek untuk dikembangkan sebagai sumber pangan alternatif, karena mempunyai kandungan karbohidrat yang cukup tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong, Bogor yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian ini, juga kepada R.H. Agung yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Burkill IH. 1935. A Dictionary of Economic Products of Malay Peninsula. Vol II. Governments of the Straits Settlements and federated Malay States. By The Crown agents for Colonies-Millbank-London.
- Epriliati I, Purwiyatno H, Apriyantono A. 2002. Komposisi kimia biji dan sifat fungsional pati gayam (*Inocarpus edulis* Forst). Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 13 (2): 165-169.
- Sosef MSM, van der Maesen LJG. 1997. *Inocarpus fagifer*. In: Faridah Hanum I, van der Maesen LJG (eds). Auxiliary plants, Plant Resources of South-East Asia. 11: 285-286.
- Wawo AH, Setyowati N, Utami NW. 2011. Studi persebaran dan pemanfaatan gayam [*Inocarpus fagifer* (Parkinson ex Zollinger)] pada beberapa lokasi di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Biosfera 28 (3): 140-151.

Inventarisasi tumbuhan obat dan kearifan lokal masyarakat Etnis Bune dalam memanfaatkan tumbuhan obat di Pinogu, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo

Inventory of medicinal plants and local wisdom of Bune Ethnic in utilizing plant medicine in Pinogu, Bonebolango District, Gorontalo Province

ABUBAKAR SIDIK KATILI^{1*}, ZAINUDDIN LATARE², MOH. CHANDRA NAOUKO³

¹Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jenderal Sudirman No. 6, Kota Gorontalo 96128, Provinsi Gorontalo. Tel: +62-85240280650, *Email: dikykatili@gmail.com

²Jurusan Sosiologi, FIS, Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jenderal Sudirman No. 6, Kota Gorontalo 96128, Provinsi Gorontalo
³Guru Biologi SMPN 1 Olele, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo

Manuskrip diterima: 3 Desember 2014. Revisi disetujui: 14 Januari 2015.

Abstrak. Katili AS, Latare Z, Naouko MC. 2015. Inventarisasi tumbuhan obat dan kearifan lokal masyarakat Etnis Bune dalam memanfaatkan tumbuhan obat di Pinogu, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 78-84.* Provinsi Gorontalo memiliki lima etnis asli yakni: Bajo, Bune, Atinggola, Gorontalo dan Polahi. Etnis Bune secara tradisional menempati wilayah timur Provinsi Gorontalo, tepatnya di Kabupaten Bonebolango; mereka pada dasarnya hidup pada bidang pertanian. Potensi sumber daya alam di wilayah tersebut melahirkan kearifan lokal yang menyebabkan etnis ini terampil dalam memanfaatkan tumbuh-tumbuhan di sekitarnya sebagai bahan obat. Kearifan lokal Etnis Bune, khususnya di Kecamatan Pinogu, Bonebolango dalam memanfaatkan tumbuhan obat, merupakan warisan yang diturunkan dalam kurun waktu yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat dan eksplorasi kearifan lokal pada masyarakat Etnis Bune. Metode yang digunakan adalah metode survey dan wawancara secara langsung pada sejumlah masyarakat Etnis Bune dengan metode *snowball sampling*. Dalam penelitian ini ditemukan 46 jenis tumbuhan obat, dengan bagian tumbuhan yang dimanfaatkan yakni daun, bunga, buah, kulit buah, batang dan akar/rimpang, sedangkan jumlah jenis penyakit yang diobati dengan tumbuhan obat tersebut sebanyak 25 jenis. Ditemukan 6 macam kearifan lokal dalam memanfaatkan tumbuhan obat serta dalam kaitannya dengan ritual pengobatan yang menggunakan tumbuhan obat. Terdapat 7 jenis tumbuhan dan ramuan yang dapat digolongkan sebagai tumbuhan obat unggulan yakni: *Tapeompuha* (nama lokal) berkhasiat untuk mneyembuhkan penyakit berak darah; *Luato* berkhasiat untuk menyembuhkan semua jenis penyakit; *Tunuhulungo* untuk penyakit kulit; *Sofa* untuk mengobati sengatan/ gigitan hewan berbisa; *Mahkota dewa* (nama Indonesia) untuk menyembuhkan penyakit gula, kolesterol dan darah tinggi; *Bunga rosella* (nama Indonesia) untuk menyembuhkan penyakit kanker; serta ramuan yang merupakan campuran antara beberapa tanaman obat yakni *Lantolo* (nama lokal), *Bumba* (nama lokal), dan *Dadap berduri* (nama Indonesia) untuk penyembuhan penyakit kanker ganas. Etnis Bune merupakan etnis asli di Gorontalo yang masih memegang nilai-nilai dan norma yang berasal dari nenek moyang dan memiliki kearifan lokal dalam memanfaatkan tumbuhan di sekitarnya untuk pengobatan.

Kata kunci: Gorontalo, Etnis Bune, Kearifan Lokal, tumbuhan obat, Pinogu

Abstract. Katili AS, Latare Z, Naouko MC. 2015. *Inventory of medicinal plants and local wisdom of Bune Ethnic in utilizing medicinal plants in Pinogu, Bonebolango district, Gorontalo province. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 78-84.* Gorontalo province has five indigenous ethnic communities, namely Bajo, Bune, Atinggola, Polahi and Gorontalo. The Bune community is basically living on agriculture and has their own language, known as Suwawa or Bonda language. Owing to the rich biodiversity of flora, the Bune has long inherited ethnomedicinal wisdom from their ancestors. The aim of this study is to inventory plants used as medicine and to explore the ethnomedicinal wisdom in the Bune ethnic. Data was collected from survey and interview in the Bune community using snowball sampling method. This study revealed 46 plant species of which various parts (leaves, flowers, stem and roots, rhizome and fruits) are used as herbal medicines. The herbals are used to treat 25 kinds of diseases. There is 6 wisdom related with healing rituals and the use of the herbals. There are also 7-most eminent medicinal plants, namely: *Tapeompuha* (local name) for dysentery disease, *Luato* (local name) for any kinds of diseases, *Tunuhulungo* (local name) for skin diseases (local name), *Sofa* (local name) to treat stings/bites of venomous animals, *Mahkota Dewa* (Indonesian name) to cure diabetes, cholesterol and high blood pressure, *Rosella* (Indonesian name) to cure cancer; and herbs containing of *Lantolo* (local name), *Bumba* (local name), and *Dadap* (Indonesian name) to cure malignant cancer. The Bune still adheres the values and norms inherited from their predecessor, especially in utilizing plants to cure disease.

Key words: Gorontalo Bune ethnics, local wisdom, medicine plant, Pinogu

PENDAHULUAN

Tumbuhan adalah gudang bahan kimia yang memiliki banyak manfaat, termasuk untuk obat berbagai penyakit. Sementara itu kemampuan meracik obat dan jamu adalah merupakan warisan turun-temurun yang telah mengakar kuat pada masyarakat. Di Provinsi Gorontalo yang merupakan provinsi yang ke 33 di Indonesia, terdapat lima etnis asli yakni Bajo, Bune, Atinggola, Gorontalo dan Polahi. Etnis Bune secara tradisional hidup di wilayah timur Gorontalo tepatnya di Kabupaten Bonebolango Provinsi Gorontalo. Populasi Etnis Bune diperkirakan mencapai lebih dari 4.000 orang.

Menurut Amin (2012) bahwa Etnis Bune memiliki bahasa sendiri yang disebut bahasa Suwawa, yang disebut juga sebagai bahasa Bonda atau bahasa Bune. Bahasa Suwawa di Gorontalo dianggap sebagai bagian dari dialek dari bahasa Gorontalo, tetapi apabila diperhatikan bahasa Suwawa berbeda dengan bahasa Gorontalo. Asal usul Etnis Bune tidak diketahui secara pasti. Ada beberapa cerita rakyat yang bercerita tentang masa lalu Etnis Bune, namun tidak menjelaskan tentang asal-usulnya. Menurut anggapan, bahwa Etnis Bune adalah kelompok masyarakat tertua di tanah Gorontalo. Masyarakat Bune pada dasarnya hidup pada bidang pertanian, di sisi lain dengan adanya potensi sumber daya alam yang terdapat di wilayah yang ditempati oleh masyarakat Etnis Bune serta adanya kearifan lokal yang dimilikinya, menyebabkan etnis ini memiliki suatu keterampilan dalam memanfaatkan tumbuh-tumbuhan yang ada disekitarnya sebagai obat. Kearifan lokal masyarakat, terutama masyarakat Etnis Bune di Kecamatan Pinogu, dalam memanfaatkan tumbuhan obat, merupakan warisan yang diturunkan dari satu generasi ke generasi penerusnya dan telah berlangsung dalam kurun waktu yang lama. Kemampuan meracik obat dari berbagai jenis tumbuhan merupakan warisan turun-temurun yang telah mengakar kuat pada masyarakat. Khususnya di Kecamatan Pinogu, Kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo kemampuan ini adalah kolaborasi yang tercipta dari adanya kearifan lokal adat kebiasaan masyarakat dalam memanfaatkan keanekaragaman tumbuhan obat yang ada. Kearifan lokal ini bermula dari hasil uji coba masyarakat tersebut terhadap tumbuhan-tumbuhan yang ada disekitar tempat hidup mereka untuk memenuhi kebutuhan akan pengobatan. Kearifan lokal masyarakat tersebut akhirnya menjadi suatu pegangan bagi mereka dalam memenuhi kebutuhan akan pengobatan.

Menurut Zuhud (1991) bahwa tumbuhan obat adalah tumbuhan yang bagian tumbuhannya (daun, batang, atau akar) mempunyai khasiat sebagai obat dan digunakan sebagai bahan mentah dalam pembuatan obat modern dan tradisional. Lebih lanjut diungkapkan bahwa, tumbuhan obat sebagai tumbuhan yang penggunaan utamanya untuk keperluan obat-obatan dan belum dibudidayakan. Abdiyani (2008) mengungkapkan bahwa kelebihan pengobatan dengan menggunakan ramuan tumbuhan obat tradisional secara umum dinilai lebih aman dari pada penggunaan obat modern. Hal ini disebabkan karena obat tradisional memiliki efek samping yang relatif lebih sedikit dari pada obat modern. Penggunaan bahan alam sebagai obat

tradisional di Kecamatan Pinogu telah dilakukan oleh para pengobat tradisional adalah untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit.

Berdasarkan hasil observasi awal diperoleh bahwa tumbuhan obat yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat Etnis Bune di Kecamatan Pinogu, dalam pengolahan dan pemanfaatannya berbeda-beda, baik hanya menggunakan sebagian tumbuhan ataupun keseluruhan bagian dari tumbuhan yang akan dimanfaatkan. Hal tersebut di sisi lain dapat menunjang semboyan “*back to nature*” dan animo masyarakat dalam hal pemanfaatan tumbuhan obat secara alami. Berdasarkan uraian di tersebut maka dilakukan penelitian tentang inventarisasi tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat dan eksplorasi kearifan lokal pada masyarakat Etnis Bune di Kecamatan Pinogu Provinsi Gorontalo.

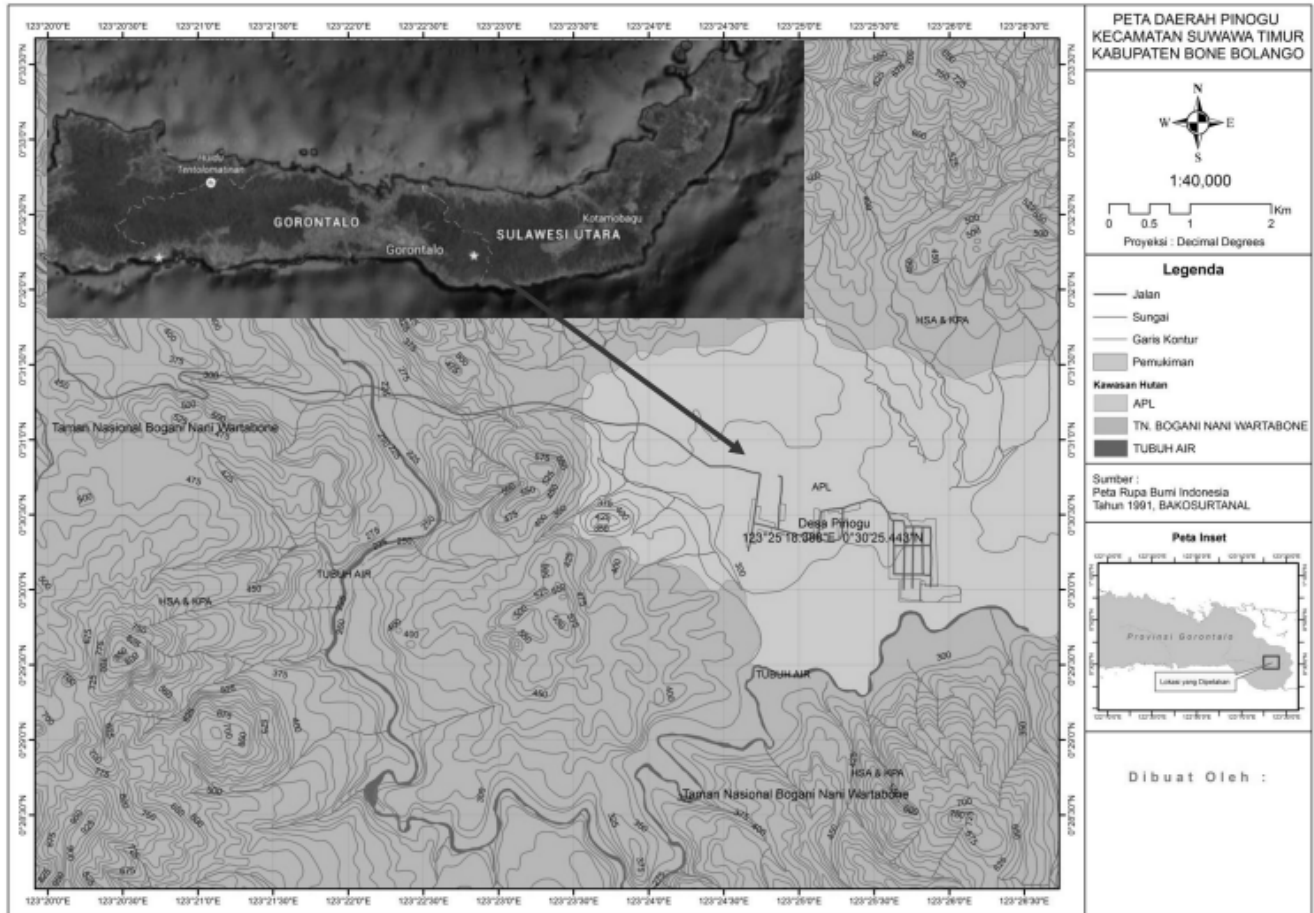
BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey dan teknik pengambilan data dilakukan dengan wawancara secara langsung pada sejumlah masyarakat Etnis Bune yang ada di Kecamatan Pinogu Kabupaten Bonebolango Provinsi Gorontalo (Gambar 1). Wawancara secara langsung dilakukan pada sejumlah masyarakat yang ada di Kecamatan Pinogu khususnya para tabib, pengobat tradisional dan dukun bayi (*hulango*). Teknik wawancara bertujuan untuk mengetahui langsung jenis-jenis tumbuhan berkhasiat obat yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat. Wawancara dilakukan dengan cara mencatat, dan mendokumentasikan hal-hal yang dikemukakan oleh responden yang berhubungan dengan keterangan mengenai cara pemanfaatannya, baik itu cara pengelolaannya dan takaran tiap jenis tumbuhan yang akan digunakan untuk pengobatan, bagian tumbuhan yang digunakan. Cara untuk informan (pengobat tradisional) dilakukan dengan menggunakan metode *snowball sampling*. Informan ditentukan berdasarkan keterangan dari tokoh masyarakat adat, kepala suku, kepala desa kepala kampung, dan sumber terpercaya lainnya. Data berupa tumbuhan obat yang dimanfaatkan oleh masyarakat Etnis Bune, koleksi sampel tumbuhan obatnya dalam bentuk dokumentasi (foto), deskripsi morfologi dan pembuatan herbarium kering. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menggunakan analisis secara naratif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi etnis

Etnis Bune adalah suatu kelompok masyarakat yang hidup di kabupaten Bonebolango, Provinsi Gorontalo. Populasi Etnis Bune diperkirakan mencapai lebih dari 4.000 orang. Masyarakat Etnis Bune pada dasarnya hidup pada bidang pertanian, sebagian dari mereka berprofesi sebagai petani.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kecamatan Pinogu, Kabupaten Bonebolongo, Provinsi Gorontalo. Tanda panah menunjukkan lokasi pengambilan data.

Jumlah tumbuhan obat

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa masyarakat di Kecamatan Pinogu telah menggunakan berbagai macam tumbuhan untuk mengobati berbagai macam penyakit. Dalam penelitian ini ditemukan 46 jenis tumbuhan obat dan 25 jenis penyakit yang dapat diobati dengan menggunakan tumbuhan obat, yaitu: darah tinggi, sakit mata, batuk, sariawan, sakit perut, rematik, sakit gigi, panu, bengkak atau memar, patah tulang, pendarahan sehabis melahirkan, radang usus buntu, muntaber, mimisan, vitiligo, luka, tumor, diabetes, liver, bau badan, kolesterol, maag, kencing nanah, kencing batu, melancarkan haid, buang air besar tidak lancar, kencing manis, malaria, menurunkan suhu badan tinggi, terkena sengatan hewan berbisa, gatal-gatal, dan kanker.

Kearifan lokal Etnis Bune dalam memanfaatkan tumbuhan obat

Pengobat tradisional 1

Tumbuhan di ambil pada waktu pagi hari pada saat matahari terbit. Karena menurut keterangan dari batra bahwa pada saat pagi hari tidak ada makhluk halus yang menjaga tumbuhan tersebut. Untuk beberapa jenis tumbuhan tertentu di peroleh dengan cara menggunakan kekuatan supranatural (Menggunakan media makhluk halus /jin) untuk mengambil tumbuhan itu dalam hutan karena

tumbuhan tersebut sulit untuk di temukan secara nyata. Syarat dalam mengambil tumbuhan dengan mengucapkan mantra “Nabiullah Rukumani Hakim” yang berarti dengan kekuatan para nabi yang adil.

Pengobat tradisional 2, 3, dan 4

Mengucapkan/melafadzkan salawat kepada Nabi dan Basmallah pada saat pengambilan bagian tumbuhan yang akan dimantaafkan sebagai obat. Hal tersebut megandung makna agar tanaman obat yang diambil untuk dimanfaatkan sebagai obat tersebut dapat memiliki khasiat yang lebih baik dan orang yang di obati oleh obat tersebut mendapatkan berkah dari Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa dan Rasulullah Muhammad SAW berupa kesembuhan dari penyakit yang di deritanya. Selain itu pula dengan mengucapkan/melafadzkan salawat tersebut dapat terhindarkan dari gangguan makhluk lainnya yang mempunyai maksud yang tidak baik.

Pengobat tradisional 5

Dalam proses pengambilan bagian tumbuhan harus dilakukan pada hari tertentu yakni hari Jum’at dengan maksud untuk mendapatkan keberkahan dalam proses penyembuhan penyakit dalam Ritual ungkapan “Luli Mo Luliya To Pindumu Mo Luliya” yang lebih kurang bermakna sebagai berikut sembuh dan proses penyembuhan itu berasal dari pintu pemberi kesembuhan.

Tabel 1. Karakteristik sosio-demografi pengobat tradisional yang menjadi sumber informasi.

Nama pengobat tradisional	Jenis kelamin	Umur	Pendidikan	Pekerjaan
Kaiso Nadjamudin	Laki-laki	68	SD	Petani
Fatma Dudulingo	Perempuan	56	SD	Petani
Asni Burhan	Perempuan	53	SMP	URT
Rostin Thalib	Perempuan	63	SD	URT
Jawadin Nadjamudin	Perempuan	52	SMP	Petani

Keterangan: Semua informan memanfaatkan tumbuhan obat dalam mengobati penyakit hanya di kalangan keluarga.

Tabel 2. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 1

Nama lokal	Habitus	Bagian yang digunakan	Kegunaan/Jenis Penyakit yang diobati
Timbuo besar	Hutan	Batang	Kesehatan dan kebugaran
Timbuo kecil	Hutan	Batang	Kesehatan dan kebugaran
Binanguna	Hutan	Daun	Kebugaran Tubuh
Rumput Fatimah	Pekarangan	Akar, Batang, Daun	Penambah stamina
Wunggune	Hutan	Daun	Cepat Lelah
Bilangede	Hutan	Daun dan akar	Malaria
Humopoto	Pekarangan	Umbi	Encok
Alambuane	Hutan	Batang	Malaria
Tabubuo	Hutan	Daun	Radang usus buntu
Beluntas	Hutan	Daun	Melancarkan Haid

Keterangan: Nama ilmiah setiap spesies dalam proses identifikasi.

Tabel 3. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 2

Nama lokal	Habitus	Bagian yang digunakan	Kegunaan/jenis penyakit yang diobati
Polobungo	Pekarangan	Daun	Obat Batuk
Banago	Hutan	Getah	Mata merah
Lantolo	Hutan	Kulit batang	Kanker
Bumba	Hutan	Air/Getah	Kanker
Dadap berduri	Hutan	Kulit batang	Kanker
Pisang sepatu	Pekarangan dan kebun	Air	Tukak lambung
Huliyango	Hutan	Kulit batang	Rabies
Mahkota dewa	Pekarangan	Buah dan Biji	Penyakit gula dan menurunkan kadar kolesterol
Bunga rosella	Pekarangan	Buah	Obat Kanker

Tabel 4. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 3

Nama lokal	Habitus	Bagian yang digunakan	Kegunaan/jenis penyakit yang diobati
Luobo wadala	Hutan	Daun	Panas dalam
Duku ana	Hutan	Seluruh bagian	Malaria
Dounian nangga	Kebun	Daun	Luka dalam
Timbuale	pekarangan	Batang dan akar	Kencing batu dan kencing nanah
Sofa	Pekarangan	Getah	Sengatan hewan berbisa
Tunuhulungo	Hutan	Daun	Penyakit kulit, panu, dan lain-lain.
Rumbia	Hutan sekunder	Getah	Munta ular/Alergi
Bungale	Pekarangan	Rimpang	Tipes
Luwato	Hutan	Pucuk	Semua jenis penyakit

Tabel 5. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 4

Nama lokal	Habitat	Bagian yang digunakan	Kegunaan/jenis penyakit yang diobati
Talanggila	Hutan	Daun	Gatal-gatal
Taipoubi	Hutan	Daun	Malaria
Hungala	Hutan	Daun	Menurunkan suhu badan
Ekor kucing	Pekarangan	Daun	Peredah panas
Tilangge	Hutan	Daun	Bau badan
Aluda	Hutan	Daun	Bau badan
Oyondo	Hutan	Daun	Bau badan
Utengo	Hutan	Daun	Bau badan
Kudara	Hutan	Batang	Penyakit dalam

Tabel 6. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 5

Nama lokal	Habitat	Bagian yang digunakan	Kegunaan/jenis penyakit yang diobati
Tabulotutu	Ladang/ kebun	Pucuk	Menurunkan tekanan darah tinggi
Ido	Pekarangan/kebun	Batang air (herba)	Gatal-gatal pada kulit
Tapeompuha	Hutan Rimba	Kulit batang	Berak darah
Ekor anjing	Hutan	Bunga	Jantungan pada anak
Lelenggata	Hutan	Daun	Jantungan pada anak
Polobungo	Pekarangan	Daun	Batuk
Cakar bebek	Pekarangan	Daun	Peredah panas, bisul dan benjolan
Akar kuning	Hutan	Akar	Liver
Tapulapunga	Hutan	Daun dan batang	Panas dalam
Buluee	Hutan	Daun muda	Flu dan sakit kepala pada balita

Pembahasan

Masyarakat Etnis Bune merupakan kelompok masyarakat tertua di daerah Gorontalo. Referensi tentang awal mula hal tersebut masih sangat minim, akan tetapi dari hasil penelusuran pada para tokoh masyarakat etnis tersebut di wilayah Pinogu menyebutkan bahwa kelompok etnis tersebut merupakan asal mula dari masyarakat suku Gorontalo yang mendiami wilayah Gorontalo pada saat ini atau sering pula dikatakan bahwa wilayah Pinogu yang ditinggali oleh masyarakat Etnis Bune sebagai Gorontalo tua. Di sisi lain diketahui bahwa Pinogu merupakan bagian dari Gorontalo dan salah satu bagian dari pulau Sulawesi, memiliki kekayaan hayati cukup banyak yang di dalamnya termasuk beberapa spesies yang bersifat endemik. Sebagaimana yang disebutkan oleh Whitten dkk (1987) bahwa Sulawesi memiliki tumbuhan 5000 spesies tingkat tinggi dan 7 spesies diantaranya adalah termasuk sebagai spesies endemik. Fakta ini jika dihubungkan dengan keterampilan dan kemampuan dari Etnis Bune dalam mengenal berbagai jenis tumbuhan obat dan meramunya menjadi obat dengan berdasarkan pada kearifan lokal, termasuk kecerdasan ekologis di dalamnya dan pandangan filosofis yang diyakini oleh etnis ini, maka akan diperoleh suatu kolaborasi yang unik antara kedua hal tersebut. Dimanfaatkannya tumbuhan oleh masyarakat Etnis Bune dalam pengobatan, dapat dikatakan sebagai pemanfaatan jasa ekosistem dan dapat memberikan nilai ekonomi tidak langsung dari tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat tersebut. Selain itu masyarakat Etnis Bune dengan

keterampilan dan kearifan lokal yang dimilikinya secara tidak langsung telah menjadikan sumber daya keanekaragaman tumbuhan yang ada di wilayahnya sebagai *apotik alamiah*. Indrawan dkk (2007) mengungkapkan bahwa lingkungan alami merupakan sumber penting bahan obat-obatan masa kini dan masa yang akan datang. Hal tersebut dapat menjadikan suatu dasar dalam keberlanjutan pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat Etnis Bune dalam pengobatan, pada waktu yang akan datang yang tentunya dengan dukungan pengkajian yang lebih mendalam terhadap aspek-aspek penting dari tumbuhan yang dimanfaatkan tersebut antara lain, jenis kandungan yang dimiliki oleh tumbuhan tersebut serta pengelompokan jenis tumbuhan secara terperinci.

Berdasarkan aspek kearifan lokal, masyarakat Etnis Bune memiliki sebagian besar kearifan lokalnya dalam hal pengobatan. Oleh masyarakat Etnis Bune bahwa dalam pengobatan suatu jenis penyakit, kesembuhan tidak hanya didukung oleh jenis tumbuhan yang digunakan saja, akan tetapi juga didukung oleh keterampilan dalam mencari, mengenal karakteristik dan mengolah tumbuhan tersebut menjadi obat. Hal tersebut sangat berhubungan erat dengan kearifan lokal dan pandangan secara filosofis yang dimiliki oleh masyarakat tersebut dalam memanfaatkan sumber daya berupa tumbuhan yang ada di lingkungannya, sehingga kondisi ini menjadikan terbentuknya keserasian masyarakat Etnis Bune dalam menjaga keseimbangan lingkungan alamiah yang ada di wilayahnya. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh McCallum (2008) bahwa

Tabel 6. Kompilasi data tumbuhan obat yang digunakan oleh pengobat tradisional 1-5

Item data	Pengobat tradisional (BATRA)				
Nama Pengobat/umur	Kaiso Nadjamudin/ 68 tahun	Fatma Dudulingo/ 56 tahun	Asni Burhan/ 53 tahun	Rostin Thalib/ 63 tahun	Jawadin Nadjamudin/ 52 tahun
Jumlah ramuan	Pengobat membuat ramuan sesuai dengan jenis tumbuhan (1 jenis tumbuhan untuk 1 jenis penyakit atau lebih)	Pengobat membuat ramuan sesuai dengan jenis tumbuhan (1 jenis tumbuhan untuk 1 jenis penyakit atau lebih)	Pengobat membuat ramuan sesuai dengan jenis tumbuhan (1 jenis tumbuhan untuk 1 jenis penyakit atau lebih)	Pengobat membuat ramuan sesuai dengan jenis tumbuhan (1 jenis tumbuhan untuk 1 jenis penyakit atau lebih)	Ramuan yang dibuat terdiri atas dua macam yakni ramuan yang merupakan campuran beberapa jenis tumbuhan dan ramuan yang hanya terdiri dari satu jenis tumbuhan saja. Secara keseluruhan jumlah ramuannya ada 15 macam ramuan.
Jumlah tumbuhan obat yang digunakan	10 jenis tumbuhan	8 jenis tumbuhan	9 Jenis Tumbuhan	9 Jenis Tumbuhan	10 Jenis Tumbuhan
Ramuan unggulan dan jenis penyakit	tapeompuha, untuk penakti berak darah	1. luato, untuk semua jenis penyakit. 2. tunuhulungo, untuk penyakit kulit (fitiligo)	sofa, untuk mengobati sengatan/ gigitan hewan berbisa	. mahkota dewa, untuk menyembuhkan penyakit gula, kolesterol dan darah tinggi 2. bunga rosella, untuk menyembuhkan penyakit kanker	lantolo, bumba, dan dadap berduri (penyembuhan penyakit kanker ganas)
Kearifan lokal (<i>Local wisdom</i>)	tumbuhan di ambil pada waktu pagi hari pada saat matahari terbit. menurut batra, pada pagi hari tidak ada makhluk halus yang menjaga tumbuhan tersebut. untuk tumbuhan tapeompuha diperoleh dengan menggunakan kekuatan supranatural (yaitu: media makhluk halus /jin) di dalam hutan karena tumbuhan tersebut sulit untuk di temukan secara kasat mata. Syarat mengambil tumbuhan jenis polohungo mengucapkan mantra “nabiullah rukumani hakim”	membaca salawat pada saat pengambilan bagian tumbuhan	membaca salawat pada saat pengambilan bagian tumbuhan	membaca salawat pada saat pengambilan bagian tumbuhan	dalam proses pengambilan bagian tumbuhan harus dilakukan pada hari tertentu yakni hari jum'at dengan maksud guna penyembuhan penyakit dalam ritual ungkapan “lu li mo luliya to pindhu mo luliya”

pandangan manusia dalam melihat realitas alam akan membentuk persepsi dan perilakunya terhadap alam dan lingkungannya. Perilaku yang terbentuk dapat berupa keserasian hubungan manusia dengan lingkungan hidupnya, atau sebaliknya (Barbara 2008). Mengatasi krisis ekologi tidak semata soal teknis, tetapi perlu ditelusuri seluk-beluk spiritual manusia, pandangan hidupnya, kesadarannya terhadap alam hingga perilaku ekologis yang tetap menjaga keseimbangan alam. Beberapa beberapa

bentuk kearifan lokal yang ada diantaranya, yakni dikenal dengan istilah dalam bahasa Gorontalo “*Mongilalo*” yakni proses suatu ritual untuk mendapatkan jenis tumbuhan obat tertentu yang sangat sulit ditemukan karena tumbuhan tersebut berada di dalam hutan yang lebat dan masih sangat sulit dan jarang didatangi oleh orang-orang. Dalam proses ritual ini pengobat tradisional dengan kekuatan spiritual dapat menyediakan tumbuhan yang dimaksud tanpa harus mendatangi lokasi dimana tumbuhan itu berada dan tanpa

harus merusak hutan untuk mendapatkan tumbuhan tersebut.

Kearifan lokal lainnya yang ada dikenal dengan istilah “*Modayango*”, dalam proses pengobatan ini, pengobat tradisional memiliki kekuatan spiritual guna melakukan proses penyembuhan dengan melakukan Ritual *Dayango* (Ritual mengusir mahluk halus). Bahwa ritual ini memberikan dampak positif bagi pasien dalam proses penyembuhan dan mendukung proses kerja dari kandungan yang ada pada tumbuhan obat yang diberikan pada pasien tersebut, dengan terusirnya makhluk halus yang mengganggu si pasien maka akan ada suatu perlindungan dari ruh para leluhur orang Bune. Berdasarkan fakta yang ada di masyarakat Etnis Bune dalam memanfaatkan berbagai jenis tumbuhan sebagai obat dengan di dasarkan pada kearifan lokal yang dimilikinya tersebut, dapat dikatakan terdapat suatu kecerdasan ekologis yang dimiliki oleh kelompok masyarakat ini. Selanjutnya dapat dijelaskan bahwa secara tidak langsung kelompok masyarakat Etnis Bune telah memberikan kontribusi dalam memperkaya keanekaragaman tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai obat dan memperbanyak keanekaragaman bentuk kearifan lokal yang dapat memberikan manfaat dalam menjaga keseimbangan ekosistem secara luas. Kesimpulan yang diperoleh dari kajian ini antara lain; bahwa ditemukan 46 Jenis Tumbuhan (tidak termasuk jenis ramuan rempah-rempah yang sudah di kenal masyarakat pada umumnya) yang dimanfaatkan oleh masyarakat Etnis Bune sebagai obat tradisional selain itu diperoleh informasi bahwa kelompok masyarakat Etnis Bune merupakan etnis di Gorontalo yang masih memegang nilai-nilai dan norma dengan teguh yang berasal dari nenek moyang atau pendahulunya dan hal tersebut merupakan kearifan lokal yang dimilikinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah berperan dan mendukung penelitian ini antara lain Tim Riset Tanaman Obat dan Jamu Provinsi Gorontalo yang diketuai oleh Prof.Dr.Ramli Utina, M.Pd, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Gorontalo yang telah berkoordinasi dengan Tim Riset serta Balai Penelitian Kesehatan (Balibangkes) Departemen Kesehatan R.I, sebagai penyedia sumber dana dalam penelitian ini. Penelitian ini adalah bagian dari Riset yang dilaksanakan oleh Balitbangkes-Depkes tahun 2012 di beberapa wilayah di Indonesia dan untuk wilayah Sulawesi salah satunya adalah Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiyani S. 2008. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah Berkhasiat Obat di Dataran Tinggi Dieng. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 6: 79-92.
- Amin B. 2012. Memori Gorontalo. Penerbit Ombak. Yogyakarta.
- Barbara P. 2008. Teaching for Intelligence, 2nd ed. Sage, California.
- Indrawan. M, Primarck RB, Supriatna J. 2007. Biologi Konservasi. Edisi Kedua (Revisi). Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- McCallum I, Lyall W. 2008. Ecological Intelligence, Rediscovering Ourselves in Nature. John Wiley & Sons, New York.
- Whitten AJ, Mustafa M, Henderson GS. 1987. Ekologi Sulawesi (Diterjemahkan oleh Gembong Tjitrosoepomo). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Zuhud EAM, Azis S, Ghulamahdi M, Andarwulan N, Darusman LK. 2001. Dukungan teknologi pengembangan obat asli Indonesia dari segi budidaya, pelestarian dan pasca panen. Lokakarya Pengembangan Agribisnis berbasis Biofarmaka. Pemanfaatan dan Pelestarian Sumber Hayati mendukung Agribisnis Tanaman Obat

Potensi bakteri lumpur minyak sebagai penghasil biosurfaktan dan antimikroba

Potency of oil sludge bacteria as a producer of biosurfactant and antimicrobial agents

MARTHA SARI[✉], FIFI AFIATI, WIEN KUSHARYOTO

Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat. Tel. +62-21-8754587; Fax. +62-21-8754588; [✉]email: martha.biotek@gmail.com

Manuskrip diterima: 28 November 2014. Revisi disetujui: 13 Januari 2015.

Abstrak. Sari M, Afiati F, Kusharyoto W. 2015. Potensi bakteri lumpur minyak sebagai penghasil biosurfaktan dan antimikroba. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 85-88. Senyawa glikolipid yang diproduksi oleh bakteri lumpur minyak memiliki potensi sebagai biosurfaktan dan agen antimikrobia. Untuk mengkonfirmasi kemampuan isolat dalam menghasilkan senyawa biosurfaktan, dilakukan uji pendahuluan hemolisis dalam cawan agar darah (*blood agar plate*). Selanjutnya kelima bakteri ditumbuhkan dalam medium YM menggunakan minyak zaitun sebagai stimulan terhadap keluarnya ekstraseluler surfaktan (biosurfaktan). Uji kualitatif senyawa biosurfaktan diobservasi menggunakan kromatografi lapis tipis. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi ekstrak bakteri lumpur minyak sebagai penghasil senyawa biosurfaktan dan aktivitas antibakterial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa identitas kimia senyawa bioaktif surfaktan terdeteksi positif dalam bentuk spot kuning di pelat TLC dan menunjukkan reaksi positif dengan pewarna antron. Seluruh ekstrak bakteri lumpur minyak berpotensi sebagai senyawa biosurfaktan dan mampu menekan pertumbuhan mikroba patogen berupa *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*.

Kata kunci: Bakteri lumpur minyak, biosurfaktan, antimikroba.

Abstract. Sari M, Afiati F, Kusharyoto W. 2015. Potential of bacteria isolated from oil sludge as biosurfactant producers and antimicrobial agents. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1)*: 85-88. Glycolipid compounds produced by bacteria isolated from oil sludge have potential as biosurfactant and antimicrobial agents. Hemolysis test in blood agar plate was conducted as a preliminary observation to confirm the ability of the isolates in biosurfactant production. For further examination, five bacterial isolates were cultivated on YM medium using olive oil as a stimulant to release extracellular surfactant (biosurfactant). Qualitative test of biosurfactant production was conducted using thin layer chromatography (TLC). This study aims to screen the potential of bacterial isolates from oil sludge as biosurfactant producers and antibacterial agents. Results from the chemical identity test showed the positive reaction of anthrone reagent (indicated by the yellow spot on the TLC plate). This test revealed the presence of bioactive surfactant compound from the bacterial extracts. All extracts showed potential as biosurfactants producers and inhibited the growth of microbial pathogens such as *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Oil sludge bacteria, biosurfactant, antimicrobial

PENDAHULUAN

Biosurfaktan merupakan salah satu sumber energi alternatif yang disintesis secara ekstraseluler oleh mikroba dengan aktivitas sebagai penurun tegangan permukaan (Takahashi et al. 2011). Berdasarkan struktur, molekul surfaktan mengandung gugus hidrofilik dan hidrofobik, yaitu suatu sifat yang mampu mengkonsentrasikan molekul-molekul interpermukaan yang berbeda derajat polaritasnya, seperti interpermukaan minyak dalam air (Rau et al. 2005). Biosurfaktan dapat dihasilkan oleh mikroorganisme prokariot maupun eukariot. Mikroorganisme penghasil biosurfaktan dari golongan bakteri sangat variatif jenisnya, antara lain *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus licheniformis*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus* (Fukuoka et al. 2007).

Surfaktan sintesis kimiawi biasanya diklasifikasikan menurut sifat gugus polarnya, sedangkan surfaktan mikrobial dibedakan berdasarkan sifat struktur kimiawi dan juga spesies mikroba penghasil (Cameotra dan Makkar et al. 2004). Perbedaan sifat-sifat fisika dan kimia molekul biosurfaktan merupakan hal yang mendasar dan penting diketahui guna menentukan potensi aplikasi dari biosurfaktan. Kegunaan potensial senyawa biosurfaktan dibandingkan sintesis surfaktan kimiawi adalah rendah daya toksik, ramah lingkungan, mudah terdegradasi di alam, aktif spesifik dengan selektivitas tinggi (Rodrigues et al. 2006).

Biosurfaktan merupakan struktur biomolekul kompleks terdiri atas tipe glikolipid, lipopeptida, lipoprotein, fosfolipid, dan polimerik surfaktan (Takahashi et al. 2011). Pada umumnya mikrobial surfaktan banyak ditemukan dalam bentuk surfaktan glikolipid. Biosurfaktan glikolipid

merupakan senyawa gula yang berikatan kompleks dengan asam alifatik rantai panjang (asam alifatik hidroksi). Biosurfaktan glikolipid memiliki sifat potensi industri dan aplikasi lingkungan yang baik, seperti sebagai detoksifikasi cemaran logam di aliran sungai, kontrol limbah pembuangan minyak, dan bioremediasi tanah yang terkontaminasi (Mukherjee et al. 2006).

Tujuan penelitian ini adalah menggali potensi ekstrak dari bakteri lumpur terkontaminasi minyak sebagai senyawa penghasil ekstraselular surfaktan dan senyawa aktif antibakteri.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bidang Bioproses Puslit Bioteknologi LIPI. Isolat bakteri yang digunakan adalah lima isolat bakteri hasil isolasi sampel lumpur minyak dan isolat tersimpan di Laboratorium Rekombinan, Protein, Vaksin, dan Sistem Penghantar Terarah. Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI.

Peremajaan kultur bakteri

Stok kultur bakteri dikultivasi selama 3 hari dalam inkubator bersuhu 25°C dalam medium YM agar, dengan komposisi 8 g/L pepton, 2,5 g/L yeast ekstrak, 1 g/L glukosa, 0,3 g/L MgSO₄ dan 0,3 g/L NaNO₃ (Kalyani et al. 2014). Peremajaan bakteri segar yang sudah tumbuh siap digunakan sebagai stok kultur, disimpan di lemari pendingin suhu 4°C dan diremajakan setiap 2 minggu sekali. Bentuk koloni masing-masing bakteri terobservasi pada mikroskop digital menggunakan pembesaran 400x.

Uji pendahuluan hemolisis

Bakteri berpotensi biosurfaktan selanjutnya dilakukan uji pendahuluan dengan memeriksa kemampuan hemolisis bakteri menggunakan teknik cawan darah agar. Sebanyak 1,5 ml darah segar domba steril dipipet ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 100 ml media mineral-agar kemudian dihomogenkan. Setelah itu, tuang medium darah agar ke cawan petri steril hingga beku dan padat. Strain bakteri potensi biosurfaktan di-strik di atas media darah agar segar. Bakteri yang ditumbuhkan dalam cawan diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu 37°C. Setelah inkubasi, cawan dicek zona hemolisisnya dan perubahan warna yang terbentuk dari aktivitas bakteri uji (Das et al. 2008).

Produksi dan isolasi senyawa biosurfaktan glikolipid

Suspensi bakteri uji diperoleh dari stok slant segar yang berisi medium standar YM, dengan komposisi pepton 8 g/L, yeast ekstrak 2,5 g/L, glukosa 1 g/L, MgSO₄ 0,3 g/L, dan NaNO₃ 0,3 g/L diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 30°C. Selanjutnya 3 ml suspensi bakteri diinokulasikan ke dalam 300 ml labu Erlenmeyer mengandung 10 ml minyak zaitun steril sebagai sumber substrat. Kultur bakteri ditumbuhkan secara aerobik selama 4 hari pada suhu 30°C dengan pengocokan konstan. Kultur bakteri setelah difermentasi, dipisahkan antara sel dengan supernatan

dengan cara sentrifugasi 6000 rpm selama 20 menit (Morita et al. 2011).

Isolasi senyawa aktif biosurfaktan dari produk fermentasi dilakukan dengan proses pengendapan dan mengatur pH supernatan (bebas sel) menjadi suasana asam (pH 2,0) menggunakan larutan 2M HCl. Kemudian supernatan pH 2,0 disimpan dalam kondisi dingin 4°C selama semalam. Larutan endapan yang terbentuk (presipitat) selanjutnya disentrifugasi 6000 rpm selama 15 menit. Kemudian, pelet biosurfaktan dilarutkan dengan air destilata dan disesuaikan pH menjadi pH 7,0 menggunakan 2M NaOH. Selanjutnya ekstrak fraksi biosurfaktan dapat digunakan untuk uji aktivitas kimiawi biosurfaktan (Kalyani et al. 2014).

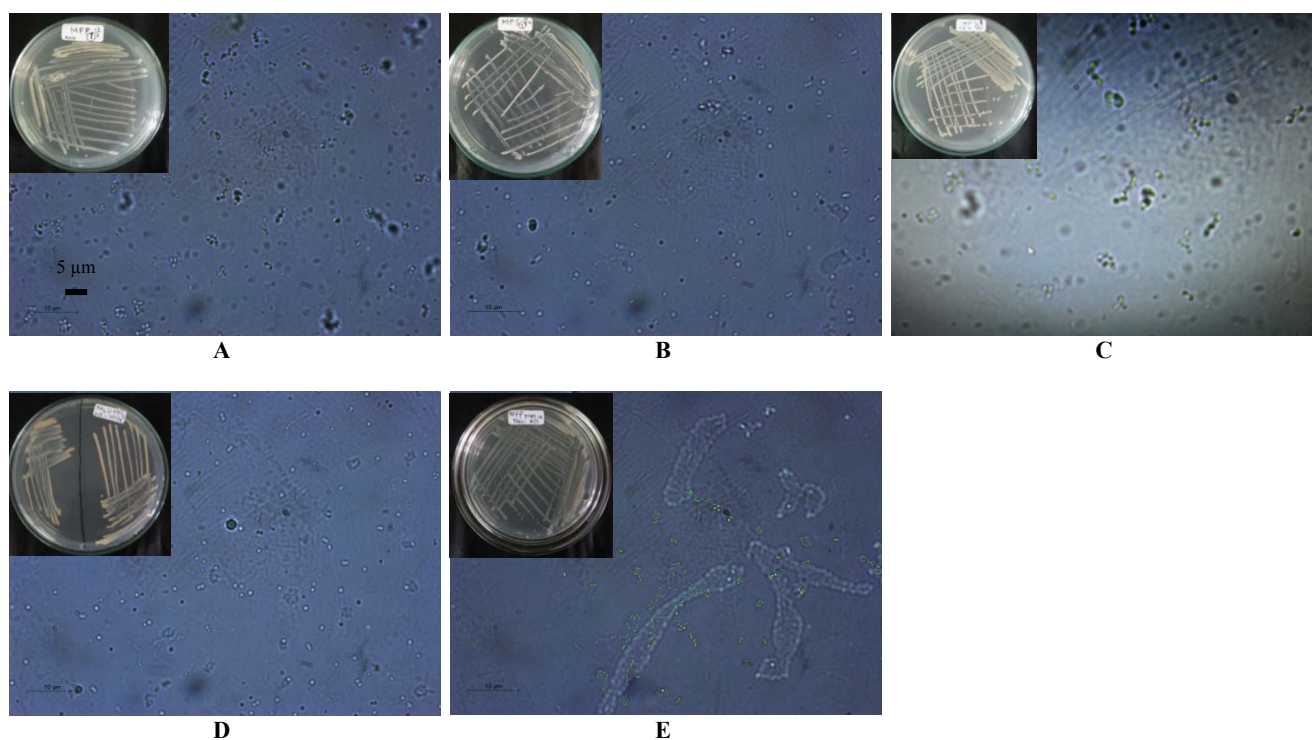
Ekstrak fraksi biosurfaktan dianalisis identitas kimiawinya menggunakan pelat kromatografi lapis tipis (KLT) dalam permukaan silika gel. Pelat KLT dihomogenkan dengan campuran pelarut kloroform, methanol, dan air (65:15:5, v:v:v). Hasil spot yang terbentuk divisualisasikan dengan pewarna antron dibawah sinar UV (254 nm). Pembentukan bercak kuning menunjukkan ekstrak bakteri positif mengandung senyawa glikolipid biosurfaktan (Das et al. 2008).

Uji aktivitas antimikroba dengan metode difusi agar

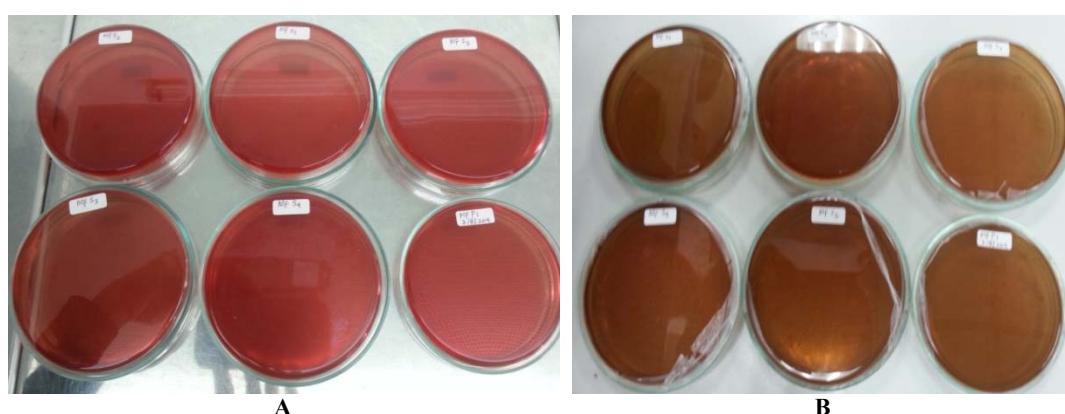
Uji aktivitas antibakteri dilakukan steril dalam media agar terdifusi. Bakteri uji yang digunakan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*. Suspensi bakteri tertanam dalam medium agar lapisan pertama yang berisi media NA yang lebih pekat dan didiamkan pada suhu kamar hingga memadat. Optikol kekeruhan suspensi bakteri diatur serapan OD mencapai 1,0. Kertas cakram berisi 20 µl ekstrak bakteri (senyawa glikolipid) diletakkan di atas lapisan agar yang telah memadat. Kontrol positif menggunakan kloramfenikol pada konsentrasi 10 µl dan kontrol negatif menggunakan pelarut ekstrak bakteri uji yang diteteskan pada kertas cakram. Kultur diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, pembentukkan zona hambat disekitar kertas cakram diukur diameternya dengan jangka sorong (Cao et al. 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan lima isolat bakteri penghasil senyawa biosurfaktan ditumbuhkan dalam medium YM antara lain MFS1, MFS2, MFS3, MFS4 dan MFP1. Respon pertumbuhan bakteri telah terbentuk pada hari pertama isolat diinkubasikan. Karakteristik sel dan morfologi bakteri tersaji pada Gambar 1. Sebagian besar warna koloni bakteri yang ditumbuhkan di atas cawan agar medium YM berwarna putih tulang (MFS2, MFS3, MFS4 dan MFP1) dan hanya satu bakteri berwarna kuning cerah (MFS1) pada inkubasi suhu 30°C. Bentuk dan ukuran bakteri sangat bervariasi tetapi umumnya berbentuk basil ukuran pendek. Pemeriksaan karakteristik morfologi strain *Pseudozyma*, sebagai khamir penghasil senyawa biosurfaktan juga dilakukan dalam medium pertumbuhan padat YM dengan variasi koloni berwarna putih dan kuning (Morita et al. 2009).



Gambar 1. Bentuk kelima koloni bakteri penghasil senyawa biosurfaktan (A. MFP1, B. MFS1, C. MFS2, D. MFS3, dan E. MFS4) dalam visual media agar dan mikroskopis menggunakan pembesaran 400X.



Gambar 2. Aktivitas pertumbuhan bakteri hemolisis yang ditumbuhkan dalam medium sel darah merah, diinkubasi pada suhu 37⁰ C, Sebelum inkubasi (A) dan setelah inkubasi dalam 48 jam (B).

Uji pendahuluan terhadap bakteri potensial penghasil senyawa biosurfaktan dilakukan dengan metode lisis sel darah merah (hemolisis) menggunakan medium spesifik. Prinsip pengujian hemolisis adalah melihat perubahan warna media ketika bakteri ditumbuhkan di atas medium padat darah segar (Das et al. 2008).

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa kelima strain bakteri berpotensi sebagai isolat penghasil senyawa biosurfaktan. Munculnya perubahan warna dari merah darah menjadi warna gelap (transparan tidak berwarna) telah tampak disekitar koloni bakteri tumbuh. Hal ini menunjukkan aktivitas bakteri mampu melisis sel-sel darah merah selama 48 jam waktu inkubasi. Metode hemolisis merupakan metode kualitatif menggunakan sel

darah merah sebagai media tumbuh kaya nutrisi bagi mikroba spesifik.

Pembentukan zona hemolisis disebabkan oleh aksi strain bakteri mengeluarkan senyawa aktif glikolipid dalam substrat hidrofilik. Pengujian hemolisis sebagai uji awal telah dilakukan terhadap 200 bakteri laut, sebanyak 40 strain bakteri menunjukkan respon positif membentuk zona transparan di sekitar cawan darah agar dalam 24 jam waktu kultivasi (Maneerat et al. 2007). Batista et al (2006) menyatakan bahwa metode cawan darah agar merupakan metode penapisan awal sehingga perlu didukung pengujian lanjutan seperti pengukuran aktivitas tegangan permukaan dan konfirmasi keberadaan bercak kimia senyawa pada pelat KLT.



Gambar 3. Bercak ekstrak aktif senyawa biosurfaktan dalam pelat KLT dengan sistem pergerakan pelarut (kloroform: methanol: air, 65: 15: 5) dan pewarna spesifik antron.

Tabel 1. Hasil aktifitas zona hambat ekstrak bakteri terhadap bakteri patogen

Pathogen test	Ekstrak	Ekstrak	Ekstrak	Ekstrak	Ekstrak
	MFS1	MFS2	MFS3	MFS4	MFP1
<i>Escherichia coli</i>	++	+++	+	+	++
<i>Staphylococcus aureus</i>	+++	++	++	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	-	+++	+++

Selanjutnya fraksi ekstrak biosurfaktan dikonfirmasi identitas kimiawinya dengan teknik kromatografi lapis tipis. Gambar 3 menunjukkan bahwa adanya bercak berwarna kuning di atas permukaan silika gel setelah disinari cahaya UV 254 nm. Munculnya beberapa bercak pada pelat silika menunjukkan bahwa senyawa yang terbentuk belum dimurnikan (senyawa *crude*). Fraksi ini terdeteksi positif terhadap pewarna antron dan mengindikasikan adanya senyawa glikolipid dalam ekstrak. Penelitian Das et al. 2008 mendeteksi senyawa glikolipid muncul sebagai bercak tunggal setelah proses fraksinasi menggunakan HPLC. Fraksi murni biosurfaktan dari ekstrak bakteri *Bacillus circulans* telah menunjukkan respon positif spot kuning kehijauan dengan pewarna spesifik antron.

Ekstrak-ekstrak biosurfaktan glikolipid selanjutnya dilakukan pengujian aktifitas antibakteri dengan metode difusi cakram terhadap tiga spesies bakteri patogen *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*. Hasil intensitas daya hambat dikelompokkan menurut berikut: (-): tidak terbentuk zona hambat = 0, (+) kurang = < 2 mm, (++) baik = antara 8-10 mm, (+++) sangat baik = antara 10-12 mm. Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa bakteri patogen *E.coli* mampu dihambat pertumbuhannya oleh hampir seluruh ekstrak biosurfaktan glikolipid. Ekstrak MFS1, MFS2, MFS3 masing-masing memiliki kemampuan menghambat bakteri patogen *S. aureus*. Sedangkan ekstrak MFS4 dan MFP1 memberikan respon yang baik terhadap penghambatan *B. subtilis*.

Berdasarkan hasil diketahui bahwa aktivitas antibakteri ekstrak-ekstrak glikolipid yang disintesis oleh bakteri potensial surfaktan memberikan respon spektrum yang luas. Kelima ekstrak tersebut sebagian besar berkemampuan baik dan sangat baik dalam penghambatan terhadap bakteri patogen. Penelitian senyawa rhamnolipid (sejenis biosurfaktan glikolipid yang diproduksi oleh *Bacillus circulans* dilaporkan memiliki aktivasi sebagai senyawa antibakteri gram negatif, seperti *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, dan *Proteus mirabilis* (Das et al. 2008).

Kelima bakteri potensial MFS1, MFS2, MFS3, MFS4, dan MFP1 memiliki aktivitas sebagai isolat penghasil senyawa biosurfaktan glikolipid, berdasarkan uji pendahuluan hemolisis dan uji identitas kimiawi pada pelat KLT. Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram pada ekstrak-ekstrak glikolipid biosurfaktan mampu menekan keberadaan bakteri-bakteri patogen *E. coli*, *B. subtilis*, dan *S. aureus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Batista S, Mounteer A, Amorim F. 2006. Isolation and characterization of biosurfactant producing bacteria from petroleum contaminated sites. *Bioresour Technol* 97: 868-875.
- Cameotra and Makkar. 2006. Recent application of biosurfactant as biological and immunological molecule. *Curr Opin Microbiol* 7: 262-266.
- Cao XH, Liao ZY, Wang CL, Cai P, Yang WY, Lu MF, Huang GW. 2009. Purification and antitumor activity of a lipopeptide biosurfactant produced by *Bacillus natto* TK-1. *Biotechnol Appl Biochem* 52: 97-106.
- Das P, Mukherjee S, Sen R. 2008. Antimicrobial potential of a lipopeptide biosurfactant derived from a marine *Bacillus circulans*. *J Appl Microbiol* 104: 1675-1684.
- Fukuoka T, Morita T, Konishi M, Imura T, and Kitamoto D. 2007. Characterization of new type of *mannosylerythritol lipids* as biosurfactants produced from soybean oil by a *Basidiomycetous* Yeast, *Pseudozyma shanxiensis*. *J Oleo Sci* 8: 435-442.
- Kalyani ALT, Shireesha NG, Aditya AKG, Sankar G. 2014. Isolation and antimicrobial activity of rhamnolipid biosurfactant from oil contaminated soil sample using humic acid salts vitamin agar. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 3: 357- 364.
- Maneerat S, Phetrong K, Song K. 2007. Isolation of biosurfactant producing marine bacteria and characteristics of selected biosurfactant. *Journal Science Technology*. 29: 781-791.
- Morita T, Fukuoka T, Konishi M, Imura T, Yamamoto S, Kitagawa M, Sogabe A, Kitamoto D. 2009. Production of a novel glycolipid biosurfactant, mannosylmannitol lipid, by *Pseudozyma parantarctica* and its interfacial properties. *Appl Microbiol Biotechnol J* 83: 1017-1025.
- Morita T, Ogura Y, Takashima M, Hirose N, Fukuoka T, Imura T, Kondo Y, Kitamoto D. 2011. Isolation of *Pseudozyma churashimaensis* sp. a novel ustilaginomycetous yeast species as a producer of glycolipid biosurfactants, *mannosylerythritol lipids*. *J Biosci Bioeng* 112: 137-144.
- Mukherjee AK, Das P and Sen. 2006. Towards commercial production of microbial surfactants. *Trends Biotechnology*. 24: 509-515.
- Rau U, Nguyen LA, Lang S, et al. 2005. Downstream processing of *mannosylerythritol lipids* produced by *Pseudozyma aphidis*. *Journal of Lipid Science Technology*. 107: 373-380.
- Rodrigues L, Banat IM, Teixeira J, and Oliveira R. 2006. Biosurfactants: potential applications in medicine. *J Antimicrobe Chemother* 57: 609-618.
- Takahashi M, morita T, Wada K, Hirose K, Fukuoka T, Imura T, Kitamoto D. 2011. Production of sophorolipid glycolipid biosurfactants from sugarcane molasses using *Starmerella bombicicola* NBRC 10243. *J Oleo Sci* 60: 267-273.

Potensi minyak kanola dan flaxseed terproteksi sabun kalsium untuk mengoptimalkan fermentasi dan mikroba rumen sapi potong secara in vitro

The potential of canola and flaxseed oil protected by calcium soap for optimizing beef cattle rumen microbial and in vitro fermentation

SRI SUHARTI^{1,*}, AFDOLA RISKI NASUTION², DESTI NUR ALIYAH², NUR HIDAYAH³

¹Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB), Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat. Tel. +62-251- 8626213, Fax. +62-251-8626213, *email: harti_ss@yahoo.com

² PS. Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor, Jawa Barat.

³ PS. Ilmu Nutrisi dan Pakan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor, Jawa Barat.

Manuskrip diterima: 15 Desember 2014. Revisi disetujui: 14 Januari 2015.

Abstrak. Suharti S, Nasution AR, Nuraliyah D, Hidayah N. 2015. Potensi minyak kanola dan flaxseed terproteksi sabun kalsium untuk mengoptimalkan fermentasi dan mikroba rumen sapi potong secara in vitro. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 89-92.* Suplementasi sumber asam lemak tak jenuh asal tanaman pada pakan ternak ruminansia diperlukan untuk memperbaiki produksi dan kualitas daging sapi. Minyak tanaman yang berpotensi sebagai sumber asam lemak tak jenuh antara lain minyak kanola (tinggi kandungan asam linoleat) dan minyak flaxseed (tinggi kandungan linolenat). Namun penggunaan minyak tanaman sumber asam lemak tak jenuh tersebut perlu diproteksi sehingga tidak mengalami proses biohidrogenasi oleh bakteri rumen menjadi asam lemak jenuh. Teknologi proteksi asam lemak tak jenuh yang bisa mudah dan murah untuk di aplikasikan adalah teknik sabun kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas proteksi asam lemak tak jenuh dengan teknik sabun kalsium dalam mencegah proses biohidrogenasi asam lemak tak jenuh sehingga dapat mengoptimalkan fermentasi mikroba rumen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 3 kelompok berdasarkan pengambilan cairan rumen. Variabel karakteristik fermentasi yang diamati meliputi nilai pH rumen, konsentrasi NH₃, serta kecernaan bahan kering dan bahan organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi minyak kanola dan flaxseed yang diproteksi dengan teknik sabun kalsium sebesar 6% dalam ransum tidak mempengaruhi nilai pH rumen, kecernaan bahan kering, populasi bakteri total serta protozoa rumen, namun cenderung meningkatkan kecernaan bahan organik dan konsentrasi amonia (NH₃). Suplementasi minyak flaxseed terproteksi juga cenderung meningkatkan VFA total dan proporsi asam propionat yang berpotensi sebagai sumber energi ternak sapi potong. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas mikroba rumen dalam fermentasi pakan tidak terganggu dengan penambahan lemak terproteksi.

Kata kunci: Minyak kanola, minyak flaxseed, bakteri rumen, protozoa rumen, fermentasi

Singkatan: VFA= volatile fatty acid

Abstract. Suharti S, Nasution AR, Nuraliyah D, Hidayah N. 2015. *The potential of canola and flaxseed oil protected by calcium soap for optimizing in vitro rumen microbial fermentation of beef cattle. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 89-92.* Supplementation of unsaturated fatty acid from the plant in ruminant feed is needed to improve the production and quality of beef meat. Vegetable oils as potential sources of the unsaturated fatty acid include canola oil (high linoleic acid content) and flaxseed oil (high in linolenic acid). However, to use vegetable oils as sources of unsaturated fatty acids, the oil needs to be protected to avoid biohydrogenation by rumen bacteria which convert the oil into saturated fatty acid. Calcium soap method is relatively easy and cheap to protect unsaturated fatty acid. This experiment was designed to examine the potential of calcium soap-protected canola oil and flaxseed oil in optimizing in vitro rumen microbe fermentation. The experimental design was conducted in a randomized block design with 3 replicates. Variables observed were rumen fermentation characteristic (pH value, N-NH₃ concentration, molar proportion and total VFA, dry matter and organic matter digestibility) and rumen microbes (protozoa and bacteria). The result showed that supplementation of canola and flaxseed oil protected by calcium soap at level 6% did not affect pH level, dry matter digestibility, rumen protozoa and bacteria total, but did increase organic matter digestibility and N-NH₃ concentration. Supplementation of the protected flaxseed oil increased total VFA and proportion of propionic acid concentration as a potential energy source for the cattle. This result indicated that supplementation of protected fat did not disturb microbial activity in feed fermentation.

Keywords: Canola oil, flaxseed oil, rumen bacteria, rumen protozoa, fermentation

Abbreviation: VFA= volatile fatty acid

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi sapi potong, seyogyanya diiringi dengan peningkatan kualitas daging terutama kandungan asam lemak tak jenuh. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya yang dapat mengurangi kandungan asam lemak jenuh pada daging. Pembentukan asam lemak jenuh pada ternak ruminansia dikarenakan adanya proses biohidrogenasi mikroba rumen yang mengubah asam lemak tak jenuh pada pakan menjadi asam lemak jenuh (Hobson dan Stewart 2007).

Salah satu strategi efektif untuk meningkatkan produktivitas ternak sapi potong dan sekaligus meningkatkan komposisi asam lemak tak jenuh pada produk daging adalah melalui suplementasi sumber asam lemak tak jenuh asal tanaman yaitu minyak kanola, minyak wijen, dan minyak flaxseed, minyak biji bunga matahari, dan lain-lain. Namun demikian, suplementasi sumber asam lemak tak jenuh ini perlu diproteksi sehingga tidak mengalami proses biohidrogenasi oleh bakteri rumen. Beberapa teknologi proteksi asam lemak tak jenuh yang bisa diterapkan antara lain enkapsulasi (Pramono 2010), sabun kalsium (Wynn et al. 2006), formaldehid dan lain-lain.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan minyak kanola dan flaxseed yang diproteksi dengan teknik sabun kalsium pada taraf 4% tidak mengganggu populasi dan aktivitas mikroba rumen (bakteri dan protozoa) serta dapat meningkatkan aktivitas fermentasi mikroba rumen sapi potong. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektifitas sabun kalsium minyak flaxseed dan kanola pada level yang lebih tinggi yaitu 6% dalam konsentrat pada populasi mikroba dan aktivitas fermentasi dalam rumen sapi potong secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biokimia, Fisiologi dan Mikrobiologi Nutrisi, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilakukan menggunakan teknik fermentasi secara *in vitro* dengan sapi potong berfistula sebagai donor inokulum cairan rumen.

Pembuatan sabun kalsium (Kumar et al. 2006)

Bahan utama yang diperlukan dalam pembuatan sabun kalsium adalah NaOH dan CaCl₂. Tahapan dalam pembuatan sabun kalsium sebagai berikut: (i) pengukuran bilangan penyabunan minyak (Apriyantono et al. 1989) untuk mengetahui jumlah larutan NaOH yang dibutuhkan, (ii) penambahan larutan NaOH pada minyak yang dipanaskan dan diaduk di atas *hotplate* dengan suhu 200 °C dan putaran 800 rpm sampai lemak larut secara sempurna. (iii) penambahan perlahan dan pengadukan larutan CaCl₂ (2.35 g dan aquades 4.7 mL) sampai terbentuk padatan sabun kalsium.

Inkubasi *in vitro* (Tilley dan Terry 1963)

Tabung fermentor yang telah diisi dengan 500 mg sampel ransum (60% hijauan dan 40% konsentrat (4% minyak). Sampel perlakuan ditambahkan 10 mL cairan rumen dan 40 mL larutan Mc Dougal. Tabung fermentor dikocok dengan cara mengaliri gas CO₂ selama 30 detik (pH 6.5-6.9) dan ditutup dengan karet berventilasi. Tabung dimasukkan ke dalam *shaker wáterbath* dengan suhu 39 °C, dilakukan fermentasi selama 4 jam untuk sampel nilai pH rumen, NH₃, VFA total dan parsial, protozoa, dan bakteri total; fermentasi 0 dan 4 jam untuk sampel profil asam lemak rumen; dan fermentasi 48 jam untuk sampel KCBK/KCBO. Penghentian proses fermentasi dilakukan dengan cara membuka tutup karet berventilasi kemudian ditetesi 2 tetes HgCl₂.

Pengukuran konsentrasi N-NH₃ (amonia)

Pengukuran konsentrasi N-NH₃ menggunakan metode Mikrodifusi Conway (General Laboratory Procedures 1966). Supernatan sampel yang berasal dari 4 jam inkubasi *disentrifuge* pada kecepatan 3500 rpm selama 15 menit diambil sebanyak 1 mL dan diletakkan dalam satu sisi sekat Conway, 1 mL larutan Na₂CO₃ jenuh pada posisi sekat lainnya, dan ditengah 1 mL asam borat berindikator. Kemudian cawan ditutup rapat dan larutan Na₂CO₃ jenuh dicampur dengan supernatan sehingga akan terlepas gas amonia dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian asam borat dititrasi dengan H₂SO₄ 0.005 M sampai terjadi perubahan warna dari biru ke merah. Kadar amonia dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{N-NH}_3 \text{ (mM)} = \frac{\text{mL H}_2\text{SO}_4 \times \text{N H}_2\text{SO}_4 \times 1000}{\text{g sampel} \times \text{BK sampel}}$$

Pengukuran konsentrasi VFA total dan parsial

Pengukuran produksi VFA total dan parsial (asam asetat, propionat, butirat, valerat, dan isovalerat) dilakukan dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* (General Laboratory Procedures 1966). Jenis *Gas Chromatography* yang digunakan yaitu GC 8A, Shimadzu Crop., Kyoto, Japan dengan kolom berisi 10% SP-1200, 1% H₃PO₄ on 80/100 Cromosorb WAW. Sampel VFA parsial yang digunakan berasal dari proses fermentasi dengan inkubasi 4 jam yang diambil sebanyak 1.5 mL ke dalam tabung *eppendorf* dan pH-nya diturunkan sampai pH 3 untuk menstabilkan sampel yang akan diukur gasnya, selanjutnya sampel dianalisis dengan cara menginjektikan 0.4 µL sampel pada GC. Dengan membaca kromatogram standar acuan VFA yang konsentrasinya sudah diketahui maka konsentrasi VFA yang akan diukur dapat dilihat pada kromatogram. Konsentrasi VFA sampel dihitung dengan rumus:

$$\text{mM sampel VFA} = \frac{\text{Area contoh} \times 10 \text{ mM}}{\text{Area standar}}$$

Pengukuran KCBK dan KCBO

Pengukuran KCBK dan KCBO menggunakan metode Tilley dan Terry (1963). Endapan sampel yang merupakan hasil *sentrifuge* 3500 rpm selama 15 menit ditambah 50 mL

larutan pepsin-HCL. Campuran tersebut diinkubasi selama 48 jam tanpa tutup karet. Setelah 48 jam campuran endapan-pepsin disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 41 dengan bantuan pompa vakum. Hasil saringan dimasukkan ke dalam cawan porselen yang sebelumnya sudah diketahui bobot kosongnya. Bahan kering diperoleh dengan cara mengeringkan sampel dalam oven 105°C selama 24 jam. Selanjutnya bahan dalam cawan diabukan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 600°C. Sebagai blanko digunakan residu asal fermentasi tanpa sampel. Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK) dan Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO) diitung dengan rumus:

$$\% \text{ KCBK} = \frac{BK_{\text{sampel}} (g) - (BK_{\text{residu}} (g) - BK_{\text{blanko}} (g))}{BK_{\text{sampel}} (g)} \times 100$$

$$\% \text{ KCBO} = \frac{BO_{\text{sampel}}(g) - (BO_{\text{residu}}(g) - BO_{\text{blanko}}(g))}{BO_{\text{sampel}}(g)} \times 100\%$$

Populasi protozoa

Perhitungan populasi protozoa menggunakan metode Ogimoto dan Imai (1981). Sampel larutan hasil fermentasi 4 jam inkubasi diambil sebanyak 0.5 mL dan dicampur dengan 2 mL larutan fiksasi lalu dikocok sempurna. Larutan fiksasi terdiri atas 20 mL 35% formaldehyde, 180 mL ddH₂O, 0.12 g methylgreen dan 1.6 g NaCl. Jumlah populasi protozoa dihitung dengan *Fuch Rosenthal Counting Chamber* (4 mm x 4 mm x 0.2 mm) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah protozoa/mL} = N \times 1/0.0032 \times \text{FP}$$

N = jumlah koloni protozoa terhitung dalam 16 *chamber*
FP = Faktor Pengenceran

Perhitungan populasi bakteri total

Perhitungan populasi bakteri total menggunakan metode Ogimoto dan Imai (1981). Media tumbuh yang digunakan adalah media BHI. Media dimasukkan ke dalam tabung Hungate masing-masing sebanyak 5 mL yang sebelumnya telah diisi agar Bacto sebanyak 0.15 g, media disterilkan dalam *autoclave* selama 15 menit. Media dimasukkan dalam penangas air (47°C) dan dilakukan pengenceran dengan memasukkan 0.05 mL cairan rumen dalam 4.95 mL media pengencer. Selanjutnya diambil kembali 0.05 mL lalu dimasukkan ke dalam 4.95 mL media pengencer berikutnya, pengenceran dilakukan tiga kali. Kemudian diambil sebanyak 0.1 mL ditransfer ke media agar dan diputar sampai memadat secara merata pada dinding tabung. Tabung selanjutnya diinkubasi selama 24 jam.

$$\text{Populasi Bakteri} = n \times 10^{9.02} \times \frac{CFU}{ml}$$

n = jumlah koloni yang terdapat pada tabung seri pengenceran ke-x

Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi bakteri dan protozoa rumen

Suplementasi sabun kalsium minyak kanola (Sabun Ca) dan sabun kalsium minyak flaxseed (Sabun Ca-flaxseed) sampai level 6% dalam konsentrat tidak mempengaruhi populasi total bakteri dan total protozoa dalam rumen (Tabel 1).

Karakteristik fermentasi rumen

Suplementasi Sabun Ca-kanola dan sabun Ca-flaxseed sampai level 6% tidak mempengaruhi nilai pH rumen dan cenderung menurunkan kecernaan bahan kering pakan. Namun demikian, suplementasi kedua minyak tersebut yang diproteksi dengan sabun kalsium pada level 6% cenderung meningkatkan kecernaan bahan organik, konsentrasi amonia dan produksi VFA total. Selain itu, penggunaan sabun Ca-flaxseed juga cenderung meningkatkan proporsi asam propionat (Tabel 2).

Tabel 1. Populasi bakteri dan Protozoa rumen dengan penambahan sabun kalsium-minyak tanaman

Parameter	Ransum kontrol	K + sabun Ca-kanola	K+sabun Ca-flaxseed
Populasi bakteri total (Log 10/mL)	6,68 ±0,65	6,27 ± 0,21	6,25±0,17
Populasi Protozoa (Log 10 CFU/mL)	5,08±0,16	4,85±0,23	4,93 ± 0,10

Tabel 2. Karakteristik fermentasi rumen in vitro dengan penambahan sabun kalsium-minyak tanaman

Parameter	Ransum kontrol	K + sabun Ca-kanola	K+sabun Ca-flaxseed
Nilai pH	6,93	6,95	6,95
Kecernaan bahan Kering (%)	65,7	66	63,98
Kecernaan bahan organik (%)	75,14	77,65	79,35
Konsentrasi NH ₃ (mM)	10,79	11,47	11,81
Produksi VFA total (mM)	36,56	45,57	49,01
Proporsi molar VFA (%)			
Asetat	67,5	65,22	65,69
Propionat	22,10	22,42	25,85
Butirat	3,41	3,37	2,29
Isobutirat	6,36	7,21	5,54
Valerat	0,46	0,98	0,17
Isovalerat	0,42	0,80	0,46

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi minyak kanola dan flaxseed yang diproteksi dengan teknik sabun kalsium sebesar 6% dalam ransum tidak mempengaruhi nilai pH rumen, pencernaan bahan kering, populasi bakteri total serta protozoa rumen, namun cenderung meningkatkan pencernaan bahan organik dan konsentrasi amonia (NH_3). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan lemak sampai level 6% dalam konsentrat sapi potong tidak memberikan efek yang negatif pada populasi dan aktivitas mikroba rumen. Seperti telah diketahui bahwa, asam lemak tak jenuh yang tinggi dalam rumen dapat menyebabkan toksik bagi bakteri rumen serta menghambat aktivitas mikroba dalam mendegradasi pakan. Namun dengan penambahan asam lemak asal tanaman yang diproteksi dengan sabun kalsium dapat menghilangkan efek negatif lemak pada mikroba rumen, dan justru dapat meningkatkan pencernaan bahan organik pakan. Hasil penelitian Jalc et al. (2007) menunjukkan bahwa penambahan sebesar 3.5% asam lemak tak jenuh (oleat, linoleat, dan α -linolenat) pada pakan berbasis 80% *lucerne* and 20% *barley* belum memberikan perubahan terhadap nilai pH rumen yaitu berkisar 6.73-6.93. Hasil penelitian Adawiyah (2007) melaporkan bahwa penambahan minyak ikan sebesar 1.5% dalam bentuk bebas sangat nyata menurunkan ($P < 0.001$) populasi bakteri rumen dibandingkan penambahan 3% minyak ikan dalam bentuk sabun kalsium (1.71 dan $3.53 \times 10^9/\text{mL}$). Penambahan minyak ikan dalam bentuk bebas dengan level rendah sudah sangat nyata menurunkan populasi bakteri total. Hal ini karena minyak ikan mengandung EPA dan DHA yang bersifat paling toksik pada pertumbuhan bakteri rumen. Hasil penelitian Alexander et al. (2002) menunjukkan bahwa penambahan 5% minyak bunga matahari dalam bentuk bebas secara *in vivo* pada pakan 60% hay *Brazilian napier* dan 40% konsentrat sangat nyata ($P < 0.01$) menurunkan pencernaan bahan kering, PK, NDF, ADF, hemiselulosa, dan selulosa dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan minyak). Penurunan pencernaan bahan pakan semakin meningkat dengan penambahan 10% minyak bunga matahari dalam bentuk bebas. Penambahan minyak bunga matahari dalam bentuk sabun kalsium sampai 10% tidak menurunkan pencernaan bahan kering, PK, NDF, dan ADF namun meningkatkan konsumsi TDN pakan.

Peningkatan konsentrasi amonia dengan penggunaan sabun kalsium minyak tanaman menunjukkan adanya peningkatan degradasi protein pakan oleh mikroba rumen. Seperti diketahui bahwa amonia merupakan produk akhir dari degradasi protein pakan oleh mikroba rumen. Konsentrasi amonia yang tinggi tersebut juga memungkinkan peningkatan sintesis protein mikroba pada sistem rumen karena amonia merupakan prekursor utama

dalam pembentukan sel mikroba. Hal ini dapat memberikan efek yang positif pada performa ternak karena sintesis protein mikroba yang tinggi dapat mensuplai protein dengan kualitas asam amino seimbang untuk tubuh ternak.

Suplementasi minyak flaxseed terproteksi juga cenderung meningkatkan VFA total dan proporsi asam propionat yang berpotensi sebagai sumber energi ternak sapi potong. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas mikroba rumen dalam fermentasi pakan tidak terganggu dengan penambahan lemak terproteksi. Bhatt et al. (2013) melaporkan bahwa penambahan 4% minyak *rice bran* dalam bentuk sabun kalsium secara *in vivo* nyata meningkatkan ($P < 0.05$) produksi VFA total, pertambahan bobot badan, bobot badan, konsumsi bahan kering dan menurunkan rasio konsumsi pakan (FCR) dibandingkan dengan penambahan minyak dalam bentuk bebas ataupun kontrol (tanpa penambahan minyak).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Dasar Bagian BOPTN LPPM IPB Bogor 2014.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, Sutardi T, Toharmat T, Manalu W, Ramli N, Tanuwiria UH. 2007. Respons terhadap suplementasi sabun mineral dan mineral organikserta kacang kedelai sangrai pada indikator fermentabilitas ransum dalam rumen domba. *Media Peternakan* 30 (1): 63-70.
- Alexander G, Prabhakara Rao Z, Rama Prasad J. 2002. Effect of supplementing sheep with sunflower acid oil or its calcium soap on nutrient utilization. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 15 (9): 1288-1293.
- BhattRS, Karim SA, Sahoo A, Shinde AK. 2013. Growth performance of lambs fed diet supplemented with rice bran oil as such or as calcium soap. *Asian-Aust J Anim Sci* 26 (6): 812-819.
- Hobson P, Stewart CS. 2007. *Rumen microbial ecosystem*. 2nd ed. Blackie Academic & Professional, London.
- Kumar R, Sivaiah K, Ramana Reddy Y, Ekambram B, Reddy TJ, Reddy GVN. 2006. Effect of supplementation of dietary protected lipids on intake and nutrient utilization in Deccani lambs. *Trop Anim Health Prod* 38: 151-158
- Jalc D, Certik M, Kundrikova K, Namestkova P. 2007. Effect of unsaturated C18 fatty acids (oleic, linoleic, and α -linolenic acid) on ruminal fermentation and production of fatty acid isomers in an artificial rumen. *Vet Medic* 52 (3): 87-94
- Ogimoto K, Imai S. 1981. *Atlas of rumen microbiology*. Japan Scientific Societies, Tokyo.
- Pramono A. 2010. *Suplementasi minyak ikan lemuru dan hidrolisat darah terproteksi untuk meningkatkan produktivitas sapi perah*. Laporan Akhir Hibah Disertasi Doktor.
- Tilley JMA, Terry RA. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J Br Grassland Soc* 18: 104-111
- Wynn RJ, Daniel ZCTR, Flux CL, Craigon J, Salter AM, Buttery PJ. 2006. Effect of feeding rumen-protected conjugated linoleic acid on carcass characteristics and fatty acid composition of sheep tissues. *J Anim Sci* 84: 3440-3450.

Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat

Application of artificial insemination with sexing sperm to increase cattle productivity in livestock

MUHAMMAD GUNAWAN^{*}, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, SYAHRUDDIN SAID

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Bogor km. 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8754587/8754588, *email: muhammadgunawan@ymail.com

Manuskrip diterima: 8 Desember 2014. Revisi disetujui: 15 Januari 2015.

Abstrak. Gunawan M, Kaiin EM, Said S. 2015. Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 93-96*. Kebutuhan pangan dari protein hewani terutama daging sapi sebesar 70% dan susu sebesar 30% terpenuhi dari dalam negeri sedangkan sisanya masih diimpor. Produksi terbesar daging dan susu masih diperoleh dari peternakan rakyat yang harus terus ditingkatkan produktivitasnya melalui peningkatan populasi dan mutu genetik yang unggul. Penelitian ini dilakukan untuk mengaplikasikan hasil produksi sperma sapi sexing beku kerjasama Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI dengan Balai Besar Inseminasi Buatan Lembang di Jawa Barat, Balai Inseminasi Buatan Daerah Tuah Sakato di Sumatera Barat dan Balai Inseminasi Buatan Daerah Puca di Sulawesi Selatan. Produktivitas sapi di peternakan rakyat dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur nilai efisiensi reproduksi pada sapi betina akseptor Inseminasi Buatan (IB) menggunakan sperma sexing. Parameter nilai efisiensi reproduksi berdasarkan nilai *Service per Conception (S/C)* dan *Conception Rate (CR)*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai rata-rata S/C sperma X sebesar 1,53 dan sperma Y sebesar 1,54. Persentase nilai CR sperma X sebesar 69,25% dan sperma Y sebesar 68,29%. Kesesuaian sperma sexing untuk IB dengan jenis kelamin anak yang dilahirkan diperoleh nilai sebesar 87,01% untuk sperma X (betina) dan 89,5% untuk sperma Y (jantan).

Kata kunci: efisiensi reproduksi, inseminasi buatan, produktivitas, sperma sapi sexing.

Abstract. Gunawan M, Kaiin EM, Said S. 2015. Application of artificial insemination with sperm sexing to increase cattle productivity in traditional livestock. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 93-96*. Regarding the national demand for animal protein, about 70% of beef demand and only 30% of dairy consumption is supplied from local production, while the rest is imported. The biggest production of beef and milk is from traditional livestock which still needs improvement in productivity and genetic quality. This study was conducted in order to apply sperm sexing in artificial insemination for cattle. The sperm sexing used in the study is obtained from the collaboration of Research Center for Biotechnology-LIPI with Artificial Insemination Center (AIC) Lembang-West Java, AIC Tuah Sakato-West Sumatera and AIC Puca-South Sulawesi. Cattle productivity was examined based on reproduction efficiency of the female acceptors of artificial insemination (AI) using sexing sperm. Reproduction efficiency was measured based on Service per Conception (S/C) and Conception Rate (CR). The result showed that the average S/C value of X sperm was 1.53 and Y sperm was 1.54. The CR value of X sperm was 69.25% and Y sperm was 68.29%. Suitability of sperm sexing to the sex of the calves was 87.01% for X sperms (female) and 89.5% for Y sperms (male).

Keywords: reproduction efficiency, artificial insemination, productivity, sexing sperm.

PENDAHULUAN

Perkembangan Bioteknologi di bidang peternakan telah memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat peternak di Indonesia yaitu inseminasi buatan (IB) dan embrio transfer (TE). Dengan inseminasi buatan peternak sudah bisa menentukan jenis sapi yang akan mereka kembangkan, seperti Simmental, Limousin, Charolais, Frisian Holstein (FH), Ongole, Brahman atau Peranakan Ongole. Manfaat IB diantaranya memperbaiki kualitas sapi melalui mutu genetika ternak, dengan adanya IB pada sapi lokal dapat menghasilkan anak sapi unggul seperti Simmental, Limousin, FH dan lain-lain. Disamping itu, IB juga meningkatkan angka kelahiran dengan cepat dan teratur; efisiensi biaya dan waktu dengan tidak perlu memelihara

pejantan dan mencegah terjadinya kawin sedarah pada sapi betina (*inbreeding*).

Perkembangan IB dengan sperma sexing dapat berguna untuk mendapatkan pedet dengan jenis kelamin yang diharapkan. Jenis kelamin ditentukan oleh adanya kromosom X dan Y pada spermatozoa pejantan (Garner dan Hafez 1993). Spermatozoa berkromosom X, jika membuahi sel telur akan menghasilkan embrio betina. Sedangkan spermatozoa berkromosom Y, akan menghasilkan embrio jantan (Susilawati et al. 1999). Spermatozoa X dan Y masing-masing berbeda dalam ukuran dan bentuk spermatozoa, berat, densitas, motilitas, muatan dan kandungan biokimia pada permukaannya (Hafez 1993). Beberapa perbedaan ini menyebabkan spermatozoa X dan Y memungkinkan untuk dipisahkan.

Berbagai metode pemisahan spermatozoa X dan Y telah banyak dilakukan. Metode pemisahan tersebut antara lain yaitu sedimentasi, kolom albumin, sentrifugasi gradient densitas, elektroforesis, H-Y antigen, flow cytometry dan filtrasi dengan kolom sephadex (Hafez 1993). Keberhasilan menggunakan spermatozoa hasil pemisahan spermatozoa X dan Y ini sekitar 85-95% (Garner dan Seidel 2000), sedangkan rasio antara jumlah spermatozoa X dan Y sebelum pemisahan adalah 50% : 50% (Hunter 1982). Pemisahan spermatozoa dengan metode kolom *bovine serum albumin* (BSA) mudah dilakukan dan diaplikasikan serta dapat menghasilkan spermatozoa X dan Y antara 71-76 %. (Kaiin et al. 2003). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan produktivitas sapi di peternakan rakyat dengan aplikasi IB menggunakan sperma sexing.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April 2012 sampai Desember 2014 di 3 (tiga) lokasi kegiatan. Lokasi pertama (di Provinsi Jawa Barat) di kawasan peternakan sapi FH Bogor (anggota KPS Bogor) dan Kabupaten Tasikmalaya (anggota KUD Mitrayasa). Lokasi kedua di peternakan sapi Simmental Kabupaten Payakumbuh, Provinsi Sumatera Barat, sedangkan lokasi ketiga dilakukan di peternakan sapi Bali di Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan.

Cara kerja

Pembuatan sperma sexing

Produksi sperma sexing beku dilakukan dengan menggunakan metoda pemisahan sperma sapi menggunakan kolom BSA yang dikembangkan di Puslit Bioteknologi LIPI (Kaiin et al. 2003), diproses di 3 Balai Inseminasi Buatan (BIB) yaitu BIB Lembang di Jawa Barat, BIB Daerah Tuah Sakato di Sumatera Barat dan BIB Daerah Puca di Sulawesi Selatan.

Seleksi sapi betina aseptor inseminasi buatan

Seleksi sapi betina yang digunakan sebagai akseptor inseminasi buatan adalah sapi betina yang pernah beranak (untuk mengetahui bahwa sapi tersebut tidak mengalami gangguan reproduksi). Nilai *Body Condition Score* (BCS) sapi perah yang digunakan antara 3.5 sampai dengan 4 (Gunawan, 2013a).

Inseminasi buatan dengan sperma sexing

Pelaksanaan inseminasi buatan dengan sperma sexing dilakukan pada sapi betina yang mengalami siklus birahi alami (minta kawin) rata-rata interval 21 hari, dengan tanda-tanda yaitu sapi tampak gelisah, banyak bersuara, pada bagian alat kelamin luar (vulva) mengalami perubahan seperti: bengkak, merah dan basah berlendir. Birahi terjadi pada pagi hari maka IB pada sore hari dan birahi terlihat pada sore hari maka IB pada pagi hari berikutnya sebelum jam 12 siang (Toelihere, 1993). Pelaksanaan IB dilakukan oleh petugas inseminator dengan

perlengkapan lapang yaitu kontainer nitrogen cair sebagai tempat penyimpanan sperma sexing beku dan peralatan inseminasi untuk menginseminasikan sperma ke dalam uterus sapi.

Pemeriksaan kebuntingan dan jenis kelamin dari kelahiran pedet

Pemeriksaan kebuntingan dengan menggunakan dua metode yaitu pemeriksaan dengan alat Ultrasonografi (USG) dan dengan cara palpasi rektal. Pemeriksaan USG dilakukan pada kebuntingan 30 sampai 60 hari, sedangkan pemeriksaan palpasi rektal dilakukan pada umur kebuntingan 90 hari (3 bulan). Kelahiran dengan pengamatan jenis kelamin pedet setelah kebuntingan selama 9 bulan diperoleh dari laporan peternak dan dibuktikan oleh petugas inseminator untuk pencatatan dan pelaporan.

Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola searah dengan parameter jenis sperma sexing untuk IB terhadap tingkat efisiensi reproduksi ternak betina akseptor, meliputi dua parameter yaitu: Service per Conception (S/C) yaitu jumlah semen (straw) yang digunakan dibagi dengan jumlah sapi yang berhasil bunting dan Conception Rate (CR) yaitu jumlah sapi yang berhasil bunting pada IB ke-1 dibagi dengan jumlah sapi akseptor IB dikalikan seratus persen. Analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tingkat efisiensi reproduksi

Produktivitas ternak sapi yang ada di peternakan rakyat pada lokasi penelitian ini diperoleh angka *conception rate* (CR) dan *service per conception* (S/C) seperti pada Tabel 1. Rata-rata nilai efisiensi reproduksi IB dengan sperma sexing ditampilkan pada Tabel 2. Aplikasi IB dengan sperma sexing dilakukan pada sapi induk yang mengalami siklus birahi alami, dengan deteksi birahi dan waktu pelaksanaan IB mengikuti metode Toelihere 1993. Deteksi birahi alami nyata lebih baik dan akurat untuk program IB di peternakan rakyat, dibandingkan dari birahi hasil sinkronisasi (Gunawan, 2013b).

Hasil kesesuaian IB dengan sperma sexing dengan jenis kelamin pedet yang dilahirkan

Aplikasi IB dengan sperma sexing bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam usaha peternakan yang dijalankan. Pada peternakan sapi potong mengharapkan kelahiran pedet jantan untuk bakalan penggemukan, sedangkan pada peternakan sapi perah mengharapkan kelahiran pedet betina untuk menghasilkan susu. Hasil kelahiran dan jenis kelamin pedet di lokasi kegiatan seperti pada Tabel 3. Data hasil persentase ketepatan IB dengan sperma sexing terhadap jenis kelamin pedet yang dilahirkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 1. Hasil efisiensi reproduksi dengan angka *conception rate* (CR) dan *service per conception* (S/C)

Lokasi	Jenis sperma	Jumlah straw	Jumlah sapi akseptor IB	Jumlah sapi bunting	CR	S/C
Sulawesi Selatan	Non Sexing	100	100	75	75.00	1.33
	Sperma X	542	510	308	60.39	1.76
	Sperma Y	210	200	122	61.00	1.72
Sumatera Barat	Non Sexing	100	100	85	85.00	1.18
	Sperma X	372	352	260	73.86	1.43
	Sperma Y	292	282	198	70.21	1.47
Jawa Barat	Non Sexing	100	100	82	82.00	1.22
	Sperma X	690	650	479	73.69	1.44
	Sperma Y	385	360	255	70.83	1.51
Jumlah/rata-rata		2.791	2.654	1.864	72.44	1.45

Tabel 2. Rata-rata nilai efisiensi reproduksi IB dengan sperma sexing.

Jenis sperma	Jumlah straw untuk IB	Jumlah sapi akseptor IB	Jumlah sapi bunting	CR	S/C
Non sexing	300	300	242	80.67 ^a	1.24 ^a
Sperma X	1604	1512	1047	69.25 ^b	1.53 ^b
Sperma Y	887	842	575	68.29 ^b	1.54 ^b

Tabel 3. Hasil kelahiran dan jenis kelamin pedet di lokasi kegiatan

Lokasi	Jenis sperma	Induk sapi bunting	Kelahiran pedet betina (ekor)	Kelahiran pedet jantan (ekor)
Sulawesi Selatan	Non Sexing	75	39 (52%)	36 (48.00%)
	Sperma X	308	259 (84.09%)	49 (15.91%)
	Sperma Y	122	11 (9.02%)	111 (90.98%)
Sumatera Barat	Non Sexing	85	42 (49.41%)	43 (50.59%)
	Sperma X	260	224 (86.15%)	36 (13.85%)
	Sperma Y	204	25 (12.25%)	179 (87.75%)
Jawa Barat	Non Sexing	82	44 (53.66%)	38 (46.34%)
	Sperma X	479	428 (89.35%)	51 (10.65%)
	Sperma Y	255	25 (9.80%)	230 (90.20%)

Tabel 4. Persentase ketepatan IB dengan sperma sexing terhadap jenis kelamin pedet yang dilahirkan.

IB dengan sperma	Induk sapi bunting	Kelahiran pedet betina (ekor)	Kelahiran pedet jantan (ekor)
Non Sexing (kontrol)	242	125 (51.65%)	117 (48.35%)
Sperma X	1047	911 (87.01%)	136 (12.99%)
Sperma Y	581	61 (10.50%)	520 (89.50%)

Pembahasan

Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing di peternakan pembibitan komersial telah lama dilakukan untuk mendapatkan efisiensi dalam usaha yang dijalankan. Perkembangan IB sperma sexing dengan tujuan efisiensi usaha ini menjadi dasar untuk menyebarkan hasil bioteknologi reproduksi sperma sexing di peternakan rakyat sebagai lumbung ternak utama di Indonesia. Pada penelitian ini telah diperoleh hasil tingkat efisiensi reproduksi dengan parameter angka *conception rate* (CR) dan *service per conception* (S/C) pada IB dengan sperma sexing yang tidak berbeda antara sperma X dan sperma Y, akan tetapi hasil yang diperoleh tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan sperma tanpa sexing (kontrol). Hasil penelitian terdahulu yang dilaporkan oleh

Gunawan et al. (2013a) menunjukkan bahwa tingkat efisiensi reproduksi aplikasi IB dengan sperma sexing mempunyai nilai CR lebih rendah (48.5-58.3%) dibandingkan sperma tanpa sexing (73.6%), sedangkan nilai S/C pada IB dengan sperma sexing memiliki nilai lebih besar (1.78-1.97) dibandingkan dengan sperma tanpa sexing (1.54). Nilai S/C yang diperoleh dalam penelitian ini masih menunjukkan nilai yang normal, seperti pendapat Toelihere (1985) yang menyatakan bahwa nilai S/C yang normal berkisar antara 1,6 sampai 2,0. Semakin rendah nilai S/C, maka semakin tinggi nilai kesuburan ternak betina dan sebaliknya semakin tinggi nilai S/C, maka semakin rendah nilai kesuburan ternak betina. Faktor menurunnya nilai CR dan naiknya nilai S/C pada IB dengan sperma sexing dibandingkan IB dengan sperma

tanpa sexing dapat disebabkan oleh proses pemisahan (sexing). Kaiin et al. (2012) melaporkan kualitas sperma sexing setelah pencairan kembali (thawing) tidak terdapat perbedaan dibandingkan sperma tanpa sexing dengan motilitas diatas 40% sebagai syarat SNI 4869.1: 2008. Penurunan kualitas sperma sexing dibandingkan dengan sperma tanpa sexing terdapat pada perpanjangan waktu 4 jam setelah thawing menunjukkan sperma sexing mengalami penurunan motilitas dibawah 40% (Said et al. 2004).

Keberhasilan kebuntingan dan ketepatan jenis kelamin pedet yang dilahirkan merupakan pembuktian akhir dari aplikasi IB dengan sperma sexing ini. Pada penelitian ini, kesesuaian jenis kelamin sperma X mencapai 87% dan sperma Y mencapai 89.5%. Situmorang et al. (2014) melaporkan bahwa IB dengan sperma sexing hasil pemisahan dengan albumin telur pada sperma X mencapai 65%. Kendala dalam peningkatan produktivitas sapi di peternakan rakyat adalah manajemen pemeliharaan yang belum baik. Kebutuhan pakan masih tergantung dengan musim, pada musim penghujan ternak mendapat pakan hijauan yang melimpah, akan tetapi pada saat musim kemarau mengalami kekurangan pakan dan hanya diberikan pakan jerami kering. Pencatatan sistem pembibitan yang lemah dengan tidak adanya pencatatan silsilah ternak yang dipelihara juga menyebabkan program pembibitan yang dijalankan belum terarah dengan baik.

Potensi yang besar pada peternakan rakyat sebagai lumbung ternak harus terus dioptimalkan produktivitasnya. Melalui aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dapat meningkatkan efisiensi dalam usaha peternakan yang dijalankan. Penggunaan sperma sexing Y pada IB untuk meningkatkan persentase kelahiran pedet jantan sangat tepat untuk pembibitan sapi potong guna mencukupi kebutuhan sapi bakalan penggemukan. Pada peternakan sapi perah dengan aplikasi IB dengan sperma sexing X dilaksanakan untuk meningkatkan persentase kelahiran pedet betina sebagai calon induk yang menghasilkan susu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Inseminasi Buatan Lembang, Dinas Peternakan, Perikanan

dan Kelautan Kabupaten Bogor, Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Kabupaten Tasikmalaya, Balai Inseminasi Buatan Daerah Tuah Sakato, Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat, Balai Inseminasi Buatan Daerah Puca, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sulawesi Selatan atas kerjasama dalam penelitian ini. Penelitian ini dibiayai oleh dana DIPA MEAT MILK PRO tahun 2012-2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Garner DL, Seidel GE Jr. 2000. Sexing bull sperm. *In*: Chenoweth PJ (ed). Topics in Bull Fertility. International Veterinary Information Services IVISO. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Gunawan M, Kaiin EM, Said S, Tappa B. 2013a. Keberhasilan Kebuntingan Hasil Inseminasi Buatan Menggunakan Sperma Sexing di Kawasan Peternakan Sapi Perah Bogor dan Tasikmalaya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan, Bogor.
- Gunawan M, Kaiin EM. 2013b. Respon Sinkronisasi Berahi dengan Hormon Prostaglandin Dosis Tunggal di Kawasan Peternakan Sapi Perah Bogor dan Tasikmalaya. Bogor. Prosiding Seminar Nasional dan Forum Komunikasi Industri Peternakan, Bogor.
- Hafez ESE. 1993. *Reproduction in Farm Animals*. 6th ed. Lea Febiger. Philadelphia.
- Kaiin EM, Gunawan M, Afiati F, Said S, Tappa B. 2012. Production of frozen sexing sperm separated with BSA column method with standardized on artificial insemination center. Proceedings International Conference on Biotechnology, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Cibinong Bogor.
- Kaiin EM, Tappa B, Said S, Afiati F, Gunawan M, Yanthi ND. 2003. Aplikasi Bioteknologi untuk produksi bibit sapi yang sudah diketahui jenis kelaminnya. [Laporan Teknik Penelitian]. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Cibinong, Bogor.
- Said S, Kaiin EM, Afiati F, Gunawan M, Tappa B. 2004. Pengaruh metode dan lama thawing terhadap kualitas semen beku sapi Peranakan Ongole. *J Protein* 12 (1): 81-88.
- Situmorang P, Sianturi RG, Kusumaningrum DA, Maidaswar R. 2014. Kelahiran anak sapi perah betina hasil inseminasi buatan menggunakan sexed sperma yang dipisahkan dengan kolom albumin telur. *JITV* 18 (3): 185-191.
- SNI [Standar Nasional Indonesia] 4869.1:2008 tentang semen beku-bagian 1: sapi
- Susilawati T, Sumitro SB, Harjopranto S, Mantara Y, Nuryadi. 1999. Pola kapasitas spermatozoa X dan Y sapi hasil pemisahan menggunakan filtrasi sephadex dan setrifugasi gradient densitas percoll. *J Penelitian Ilmu-ilmu Hayati* 11: 29-40.
- Toelihere MR. 1985. *Ilmu Kebidanan pada Ternak Sapi dan Kerbau*. Universitas Indonesia Press, Depok.
- Toelihere MR. 1993. *Inseminasi Buatan Pada Ternak*. Penerbit Angkasa, Bandung.

Kemampuan regenerasi kalus embriogenik asal nuselus jeruk siam serta variasi fenotipe tunas regeneran

Regeneration ability of embryogenic callus derived nucellus of siam tangerine and phenotypic variation of its regenerants

AIDA WULANSARI^{1,✉}, AGUS PURWITO², ALI HUSNI³, ENNY SUDARMONOWATI¹

¹Puslit Bioteknologi LIPI, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Kab. Bogor 16911 Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-21-8754587/+62-21-8754588,

✉email: aida_wulansari@yahoo.com

²Departemen Agronomi & Hortikultura, Fakultas Pertanian, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680 Jawa Barat, Indonesia

³Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 3A, Bogor, 16111, Jawa Barat, Indonesia

Manuskrip diterima: 16 Desember 2014. Revisi disetujui: 17 Januari 2015.

Abstrak. *Wulansari A, Purwito A, Husni A, Sudarmonowati E. 2015. Kemampuan regenerasi kalus embriogenik asal nuselus jeruk siam serta variasi fenotipe tunas regeneran. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 97-104.* Salah satu jenis jeruk di Indonesia yang sangat digemari konsumen adalah jeruk siam. Jeruk siam mendominasi 80% dari total perkebunan jeruk di Indonesia. Jeruk ini memiliki rasa manis, harum, daging buahnya lunak, mengandung banyak air dan kulitnya tipis sehingga mudah dikupas. Namun, jeruk siam masih mempunyai biji yang relatif banyak (15-20 biji per buah) dan warna kulit yang kurang menarik, sehingga perlu peningkatan kualitas buah melalui pemuliaan tanaman. Tersedianya keragaman genetik yang luas mengakibatkan proses seleksi lebih efisien. Peningkatan keragaman genetik pada jeruk terkendala oleh periode juvenil yang panjang. Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan keragaman genetik adalah melalui teknologi kultur in vitro atau variasi somaklonal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman fenotipe tunas hasil regenerasi kalus embriogenik. Kalus yang digunakan berasal dari nuselus biji muda yang berumur 30-90 hari setelah anthesis. Pengamatan terhadap kemampuan proliferasi kalus pada media MW (Murashige & Wetmore) menunjukkan bahwa periode kalus yang lama yaitu 4 tahun sejak inisiasi serta subkultur berulang selama periode tersebut tidak mengurangi kemampuan proliferasi kalus. Kalus umur 4 minggu setelah subkultur masih mampu tumbuh hampir dua kali lipat dari ukuran awal. Pertambahan berat kalus sebesar 1.78 g. Warna dan struktur kalus tidak mengalami perubahan yaitu berwarna putih kekuningan dan memiliki struktur remah. Setiap kalus (berat \pm 0.5 g) memiliki 8-12 proembrio. Persentase pembentukan embrio somatik sebesar 55.2% pada media MW ditambah 0.5 mgL⁻¹ ABA. Pada tahap pendewasaan embrio, 100% embrio somatik dapat berkecambah pada media MW dengan penambahan 0.5 mgL⁻¹ GA₃. Pengamatan terhadap fenotipe tunas regeneran diperoleh 10 variasi tunas. Tunas regeneran juga telah disambung dengan batang bawah jenis JC dan menunjukkan 100% tunas mampu tumbuh. Penyimpanan periode kalus jeruk siam yang lama tidak mengurangi kemampuannya dan dapat diperoleh 10 variasi fenotipe yang akan dilakukan analisis lebih lanjut secara molekuler dan agronomi.

Kata kunci: Jeruk siam, variasi somaklonal, kultur in vitro, kalus embriogenik, nuselus

Abstract. *Wulansari A, Purwito A, Husni A, Sudarmonowati E. 2015. Regeneration ability of embryogenic callus derived from nucellus of siam tangerine and phenotypic variation of its regenerants. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 97-104.* Tangerine cv. siam is one favorite type of citrus fruit in Indonesia. Tangerine cv. siam dominates 80% of the total citrus plantations in Indonesia. The fruit has a sweet flavor, easily peeled skin, soft, and juicy flesh. However, it has relatively many seeds (15-20 seeds per fruit) and dull-colored skin, making it less competitive in the market. Fruit quality improvement has been the subject of the citrus breeding program. The first step of the program is to increase variability for the efficient selection process. The improvement of genetic variability in tangerine was constrained by a long period of juvenile stage. One of strategy to accelerate genetic improvement is by in vitro culture techniques or somaclonal variation. The aim of this study was to determine the phenotypic variation of regenerant shoots from embryogenic callus. Callus was derived from nucellus of immature seeds 30-90 days after anthesis. Observation on the ability of callus proliferation in MW medium (Murashige & Wetmore) indicated that long period of callus and repeated subculture did not reduce the proliferation ability. A 4-week callus could grow almost twice bigger than its initial size. Callus weight increased 1.78 g. The color and structure of callus did not change. It was yellowish white and the structure was friable. Each callus (\pm 0.5 g) has 8-12 proembryos. The percentage of somatic embryo formation in MW medium containing 0.5 mgL⁻¹ ABA was 55.2%. At embryonic maturation stage, 100% somatic embryos could germinate in MW medium containing 0.5 mgL⁻¹ GA₃. There were 10 phenotypic variants of regenerant shoots. After grafting with JC as rootstocks, 100% regenerant shoots grew. Extended period of callus of Tangerine cv. siam did not reduce its regeneration ability and 10 phenotypic variations can be obtained for further molecular and agronomics analysis.

Keywords: Tangerine cv. siam, somaclonal variation, in vitro culture, embryogenic callus, nucellus

PENDAHULUAN

Jeruk termasuk 10 komoditas utama hortikultura yang telah ditetapkan Kementan sejak tahun 2000. Salah satu jenis jeruk lokal yang sangat digemari konsumen adalah jeruk siam. Jeruk siam mendominasi 75% dari total perkebunan jeruk di Indonesia. Produksi jeruk nasional sekitar 2071.08 juta ton dengan luas areal 73306 Ha pada tahun 2010 (Kementan 2012). Indonesia memiliki tiga jenis jeruk lokal yang komersial, yaitu jeruk siam, jeruk keprok dan jeruk besar atau pamelon. Ketiga jenis jeruk tersebut memiliki potensi tinggi karena kemampuan adaptasinya yang baik terhadap beberapa kondisi iklim di Indonesia (Ashari dan Hanif 2012).

Jeruk siam memiliki rasa yang manis, harum, daging buahnya lunak, mengandung banyak air dan kulitnya tipis sehingga mudah dikupas. Jeruk ini mempunyai biji yang relatif banyak (15-20 biji per buah) dan warna kulit yang kurang menarik, sehingga kalah bersaing dengan jeruk impor. Peningkatan kualitas buah dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman. Langkah awal dari pemuliaan tanaman adalah tersedianya keragaman genetik agar proses seleksi dapat dilakukan. Jeruk termasuk tanaman tahunan sehingga peningkatan keragaman genetiknya terkendala oleh periode juvenil yang panjang. Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan keragaman genetik adalah melalui induksi keragaman genetik secara *in vitro* atau variasi somaklonal. Keragaman genetik dapat diperoleh akibat teknik kultur sel dan jaringan tanaman, yang disebut keragaman somaklonal. Keragaman somaklonal yang terjadi seringkali bersifat epigenetik, tidak stabil dan tidak diwariskan. Keragaman tersebut juga dapat bersifat genetik, stabil dan diwariskan, sehingga memiliki potensi yang besar dalam program perbaikan tanaman (Orbovic et al. 2008). Beberapa faktor yang mempengaruhi keragaman somaklonal adalah latar belakang genetik, sumber eksplan, komposisi media serta umur kultur. Soedjono (2003) mengemukakan bahwa pada umumnya setiap siklus regenerasi menghasilkan 1-3% keragaman somaklonal, meskipun tingkat perbedaannya 0-100%. Induksi variasi somaklonal dapat digunakan untuk manipulasi genetik tanaman dengan sifat poligenik selain juga dimanfaatkan untuk perakitan varietas baru dalam program pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman melalui kultur jaringan bermanfaat dalam menginduksi keragaman genetik dan mempertahankan kestabilan genetik (Yunita 2009).

Kultur *in vitro* dapat menginduksi keragaman antar sel, jaringan dan organ yang menyebabkan perbedaan dalam kultur atau antar somaklon. Umumnya variasi somaklonal dihasilkan dari sel-sel yang mengalami satu atau lebih perubahan seperti perubahan fisik dan morfologi pada kalus yang belum berdiferensiasi, perbedaan pada kemampuan untuk membentuk organ, perubahan antar tanaman yang dihasilkan, dan perubahan di level kromosom (Skirvin et al. 1993). Tanaman hasil variasi somaklonal dapat mengalami perubahan sifat yang berbeda dengan tanaman awalnya baik secara permanen maupun sementara. Perubahan sifat yang sementara dihasilkan dari pengaruh epigenetik atau fisiologis dan bersifat tidak dapat

diwariskan dan dapat kembali ke sifat tanaman awal (Kaepler et al. 2000). Keragaman genetik pada kultur jaringan dapat dicapai melalui fase tak berdiferensiasi (fase kalus dan sel bebas) yang relatif lebih panjang. Untuk mendapatkan kestabilan genetik pada teknik kultur jaringan, dapat dilakukan dengan cara menginduksi sesingkat mungkin fase pertumbuhan tak berdiferensiasi (Bairu et al. 2011).

Adanya keragaman genetik yang luas di dalam plasma nutfah memberikan peluang yang besar untuk perbaikan genotipe tanaman. Dengan variasi somaklonal dimungkinkan untuk mengubah satu atau beberapa karakter tertentu dan tetap mempertahankan karakter unggul lainnya yang sudah dimiliki tanaman induknya (Ahloowalia dan Maluszynski 2001). Lestari et al. (2010) melaporkan bahwa melalui variasi somaklonal telah diperoleh beberapa varietas yang lebih baik kualitasnya antara lain tahan penyakit, kekeringan, dan produksi lebih tinggi. Kalus yang digunakan dalam penelitian ini telah berumur 4 tahun sejak inisiasi. Penggunaan kalus ini diharapkan dapat meningkatkan keragaman genetik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman fenotipe tunas hasil regenerasi kalus embriogenik jeruk siam yang telah berumur lama dalam kultur *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian

Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalus embriogenik asal nuselus yang berumur 4 tahun sejak inisiasi dan dilakukan subkultur setiap 4-6 minggu untuk menjaga viabilitasnya (Gambar 1). Media yang digunakan untuk subkultur adalah media MW (Morel dan Wetmore) (Husni et al. 2010), yang terdiri atas unsur makro MS (Murashige dan Skoog), unsur mikro MS dan vitamin MW.

Cara kerja

Penelitian ini terdiri atas tiga tahap yaitu proliferasi kalus, regenerasi kalus menjadi tunas dan evaluasi keragaman fenotipe tunas regenerasi.

Proliferasi kalus embriogenik

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memperbanyak kalus embriogenik asal nuselus yang telah ada. Media dasar yang digunakan merupakan media modifikasi MS yaitu media MW (Husni et al. 2010). Penanaman dilakukan dalam *laminar air flow cabinet*. Setiap botol berisi tiga kumpulan kalus embriogenik dengan diameter kalus ± 0.5 cm dan berat ± 0.5 g. Pengamatan dilakukan terhadap 50 botol. Semua kultur disimpan di ruang kultur dengan suhu 25^oC dan peninaran selama 16 jam per hari. Perbanyak kalus dilakukan selama 8 minggu. Pengamatan dilakukan setiap empat minggu terhadap: (i) morfologi kalus (warna dan struktur kalus); (ii) bobot segar kalus (g) dan (iii) diameter kalus (cm).

Regenerasi kalus embriogenik

Tahapan embriogenesis somatik pada penelitian ini yaitu:

Pendewasaan embrio somatik

Kalus embriogenik dari tahap satu yang telah membentuk proembrio disubkultur ke media pendewasaan embrio somatik yaitu media MW dengan penambahan 0.5 mgL⁻¹ ABA (Husni et al. 2010). Pengamatan dilakukan terhadap 50 botol. Setiap botol berisi 5 kalus. Peubah yang diamati adalah jumlah kalus yang membentuk embrio somatik dan jumlah embrio somatik yang terbentuk (fase globular-kotiledon).

Perkecambahan embrio somatik.

Embrio somatik yang telah dewasa (fase kotiledon) kemudian dipindahkan ke media perkecambahan yaitu media MW dengan penambahan 0.5 mgL⁻¹ GA₃ (Husni et al. 2010). Pengamatan dilakukan terhadap 25 botol. Setiap botol berisi 4 embrio fase kotiledon. Peubah yang diamati adalah jumlah embrio somatik yang berkecambah dan jumlah kecambah yang dihasilkan.

Evaluasi keragaman fenotipe tunas regenerasi

Tunas regenerasi hasil perkecambahan embrio somatik kemudian disubkultur setiap empat minggu ke media MW (Husni et al. 2010) tanpa zat pengatur tumbuh sampai empat kali subkultur untuk pendewasaan tunas. Evaluasi keragaman genetik dilakukan dengan karakterisasi secara morfologi. Pengamatan dilakukan terhadap: tinggi tunas (cm), pengukuran menggunakan mistar dari pangkal batang hingga pucuk, jumlah daun, penghitungan berdasarkan jumlah daun yang telah terbuka penuh, jumlah cabang, jumlah akar, bentuk, warna dan tepi daun. Pengamatan terhadap bentuk, warna dan tepi daun dilakukan berdasarkan deskripsi yang dikeluarkan oleh IPGRI (1999).

Planlet yang dihasilkan kemudian disambung dengan batang bawah jenis JC (*Japansche Citroen*). Penyambungan dilakukan secara *in vitro* (*micrografting*) dan secara *ex vitro* (sambung pucuk). Penyambungan secara *in vitro* dilakukan antara planlet dengan batang bawah JC yang berasal dari perkecambahan biji secara *in vitro* dan berumur ± 3 bulan. Penyambungan secara *ex vitro* dilakukan antara tunas regenerasi *in vitro* dengan batang bawah JC yang berasal dari perkecambahan biji di *polibag* dan berumur ± 9 bulan. Parameter pengamatannya adalah: (i) tinggi planlet batang atas (cm), (ii) jumlah daun baru yang terbentuk dan (iii) persentase kemampuan tumbuh setelah penyambungan.

Analisis data

Data hasil pengamatan morfologi dianalisis dengan menggunakan program NTSYSpc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) versi 2.02 (Rohlf 1998). Karakter morfologi yang diamati, diasumsikan setara dengan jenis primer pada penanda molekuler, sedangkan sub karakter setara dengan lokus pita pada penanda molekuler. Data karakter morfologi tersebut diubah menjadi data biner dengan skoring data. Apabila karakter morfologi tidak dimiliki oleh tunas regenerasi maka

diberikan nilai skor 0, sedangkan nilai skor 1 diberikan apabila regenerasi memiliki karakter yang diamati.

Koefisien kemiripan berdasarkan penanda morfologi dianalisis berdasarkan SIMQUAL (*Similarity for Qualitative Data*) pada program NTSYSpc versi 2.02. Tingkat kemiripan dihitung menggunakan koefisien Dice. Analisis pengelompokan digunakan SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical and Nested*)-UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Average*), disajikan dalam bentuk dendogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

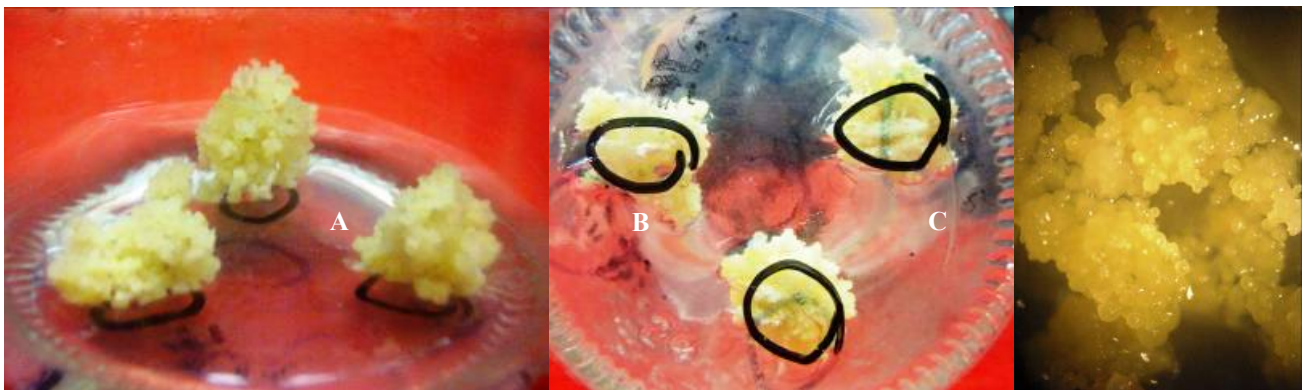
Proliferasi kalus embriogenik

Viabilitas kalus yang digunakan dalam penelitian ini masih terjaga, walaupun telah lama dalam periode kultur (umur 4 tahun sejak inisiasi). Kalus tersebut dipelihara dengan cara di-subkultur setiap 4-6 minggu ke media MW (Morel dan Wetmore) tanpa zat pengatur tumbuh. Media MW merupakan media optimal untuk pembentukan kalus embriogenik pada tanaman jeruk siam berdasarkan penelitian Husni et al. (2010). Pengamatan empat minggu setelah ditanam dalam media tersebut, menunjukkan kalus masih mempunyai kemampuan proliferasi atau pertumbuhan dengan bertambahnya berat dan diameter kalus. Warna kalus secara umum adalah putih kekuningan dan bersifat *friable* atau remah. Rata-rata pertambahan berat kalus setelah empat minggu adalah 1.78 g sedangkan rata-rata pertambahan diameter kalus adalah 0.45 cm (Gambar 2). Artinya, bahwa kalus masih mampu tumbuh hampir dua kali lipat dari ukuran awal saat dilakukan subkultur ke media MW.

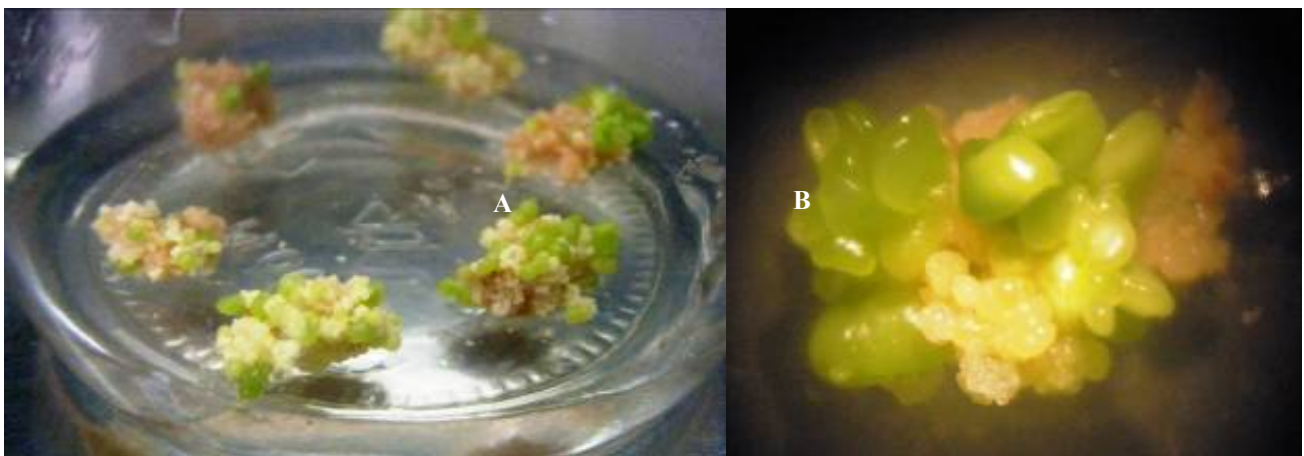
Kalus yang dihasilkan dikategorikan embriogenik, karena mengandung proembrio yang merupakan tahap awal perkembangan dari dua sel hingga delapan sel sebelum terbentuk globular (Feher et al. 2003). Setiap kalus (berat ± 0.5 g) memiliki 8-12 proembrio, sehingga dalam tiap botol yang berisi tiga kalus terdapat sekitar 16-24 proembrio. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Husni et al. (2010), eksplan yang berasal dari nuselus dapat menginduksi kalus 100%, dengan luas atau diameter kalus 2.89 cm dan menghasilkan 30 proembrio per kalus. Perbandingan jumlah proembrio yang dihasilkan antara kalus saat awal inisiasi dengan kalus setelah berumur 4 tahun menunjukkan terjadi sedikit penurunan. Periode kalus yang lama diduga terkait dengan kemampuan pembentukan proembrio. Selain itu, kompetensi sel-sel kalus juga dipengaruhi oleh faktor internal sel seperti genotype, tahap perkembangan sel serta kandungan hormon endogen. Faktor internal tersebut akan berinteraksi juga dengan faktor eksternal yaitu kondisi kultur seperti konsentrasi zat pengatur eksogen, tekanan osmotik, pH media, kandungan asam amino dan konsentrasi hara makro dan mikro (Namasivayam 2007).



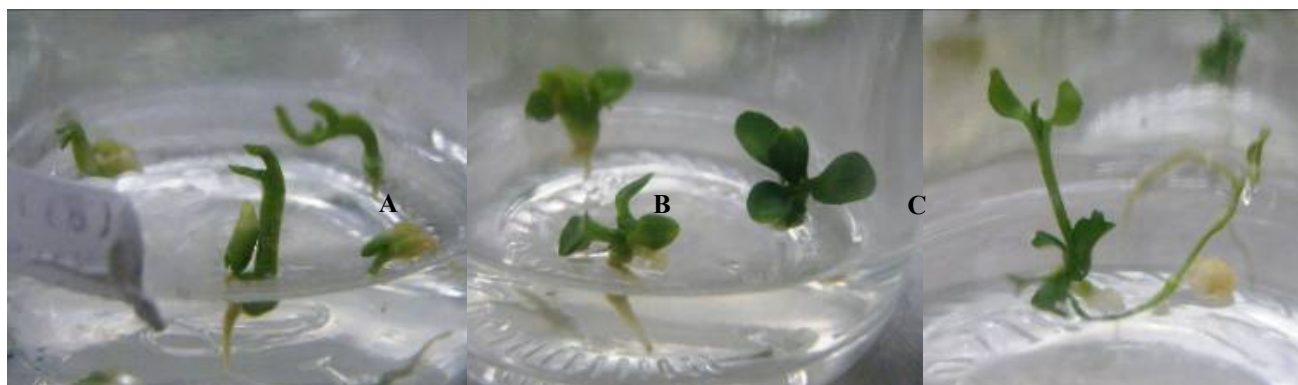
Gambar 1. Kalus embriogenik yang berumur 4 tahun sejak inisiasi. (A) Morfologi kalus; (B) Struktur kalus secara mikroskopis pada perbesaran 10 kali.



Gambar 2. Morfologi kalus setelah empat minggu di media MW. A. Warna kalus putih kekuningan dan bersifat friable (remah); B. Diameter kalus bertambah ditunjukkan oleh pertumbuhan kalus di luar lingkaran awal kalus; C. Struktur kalus secara mikroskopis (perbesaran 20 x), terdiri atas proembrio



Gambar 3. Morfologi kalus umur 4 MST di media MW yang mengandung 0.5 mgL⁻¹ ABA. A. Kalus membentuk embrio somatik; B. Kalus yang terdiri atas berbagai fase embrio somatik (perbesaran 20 x)



Gambar 4. Perkecambahan embrio fase kotiledon menjadi planlet di media MW yang ditambahkan $0.5 \text{ mgL}^{-1} \text{ GA}_3$. A. Umur 2 MST, B. Umur 4 MST, C. Umur 8 MST.



Gambar 6. Penyambungan planlet dengan batang bawah JC. A. Penyambungan in vitro umur 0 MST, B. Penyambungan in vitro umur 8 MST, C. Penyambungan ex vitro umur 0 MST, D. Penyambungan ex vitro umur 8 MST.

Tabel 1. Jumlah berbagai fase embrio somatik per kalus pada media MW yang mengandung $0.5 \text{ mgL}^{-1} \text{ ABA}$

Fase embrio somatik	4 MST	8 MST
Proembrio	7	2
Globular	3	5
Jantung	1	0
Torpedo	1	0
Kotiledon	0	4

Keterangan: MST = Minggu Setelah Tanam

Tabel 2. Persentase variasi morfologi daun pada planlet

Morfologi daun	Persentase (%)
Bentuk daun:	
<i>Elliptic</i>	50
<i>Lanceolate</i>	25
Abnormal	25
Tepi daun:	
<i>Dentate</i> (bergerigi)	50
<i>Entire</i> (tidak bergerigi)	50
Warna daun:	
Hijau	75
Hijau muda	25

Tabel 3. Kisaran, nilai rata-rata, standar deviasi dan ragam dari karakter kuantitatif planlet yang dihasilkan

Karakter	Kisaran	Rataan	SD	Ragam
Tinggi tunas (cm)	0.7-2.8	1.83	0.64	0.40
Jumlah cabang	0-4	0.94	1.39	1.93
Jumlah daun	1-8	3.75	1.85	3.40
Jumlah akar	0-2	0.38	0.72	0.52

Sifat embriogenik dari kalus yang dihasilkan terkait dengan asal eksplan yang digunakan yaitu jaringan nuselus. Nuselus merupakan suatu jaringan yang terbentuk bersamaan dengan perkembangan suatu biji tanaman. Sel-sel dari jaringan ini mempunyai sifat embriogenik, sehingga kalus yang dihasilkan juga memiliki sifat yang sama yaitu mudah membentuk embrio. Jaringan tersebut bersifat meristematis dan lebih responsif terhadap medium in vitro dibandingkan jaringan lain yang lebih dewasa (Devy et al. 2012). Pada tanaman jeruk, inisiasi kalus dari jaringan nuselus sangat berpotensi untuk berbagai macam tujuan seperti konservasi plasma nutfah, sebagai bahan

untuk isolasi protoplas pada fusi protoplas dan pembentukan embrio somatik untuk menghasilkan tanaman bebas virus. Protokol induksi kalus pada jeruk telah berhasil dilakukan pada berbagai jenis jeruk antara lain jeruk manis dan jeruk lemon (Mukhtar et al. 2005), jeruk Mandarin (Kayim dan Koc 2006), jeruk Limau madu (Agisimanto et al. 2012).

Regenerasi kalus melalui jalur embriogenesis somatik

Tahap awal regenerasi kalus secara embriogenesis somatik adalah pendewasaan embrio somatik. Kalus hasil dari proliferasi disubkultur ke media terbaik untuk pendewasaan embrio yaitu media MW dengan penambahan 0.5 mgL^{-1} ABA (Husni et al. 2010). Hasil pengamatan pada minggu keempat menunjukkan bahwa sebanyak 138 kalus mampu membentuk embrio somatik dari 250 kalus yang diamati atau 55.2%. Pada minggu kedelapan, jumlah kalus yang membentuk embrio somatik semakin meningkat menjadi 216 kalus atau 86.4%. Dari setiap kalus, selain ditemukan embrio fase globular, juga ditemukan fase kotiledon seperti tampak pada Gambar 3. Jumlah embrio fase globular lebih banyak ditemukan dibandingkan fase yang lain (Tabel 1).

Hasil pengamatan secara mikroskopis terhadap kalus menunjukkan bahwa embrio somatik fase globular dan fase kotiledon lebih banyak ditemukan dibandingkan fase jantung dan torpedo. Souza et al. (2011) juga lebih mudah mendeteksi embrio tahap globular pada *Citrus sinensis* L. Osbeck cv. Valencia. Kemungkinan fase jantung dan torpedo pada kebanyakan tanaman jeruk terjadi dalam waktu yang singkat sehingga sulit diamati. Tahapan atau fase embrio somatik pada tiap jenis tanaman berbeda-beda dan menjadi ciri khusus tanaman tersebut.

Memasuki tahap selanjutnya adalah perkecambahan embrio menjadi plantlet lengkap yang memiliki daun dan akar. Embrio yang telah dewasa atau fase kotiledon, disubkultur ke media MW yang mengandung 0.5 mgL^{-1} GA₃. Pada tahap ini, dari 100 kotiledon yang ditanam pada media MW yang ditambah 0.5 mgL^{-1} GA₃, 100% kotiledon mampu berkecambah menjadi plantlet. Diperlukan waktu sampai 8 MST untuk tumbuh menjadi plantlet lengkap (Gambar 4). Pada tahap ini diperoleh 100 plantlet yang sudah lengkap pertumbuhannya sehingga dapat dikarakterisasi secara morfologi.

Evaluasi keragaman fenotipe tunas regenerasi

Evaluasi dilakukan setelah tunas dewasa dan dapat diamati keragaan tunas, tinggi tunas, bentuk daun, warna daun serta tepi daun. Pengamatan terhadap plantlet yang dihasilkan menunjukkan keragaman bentuk daun, tepi daun dan warna daun berdasarkan pada daftar deskripsi jeruk (IPGRI 1999). Daun jeruk siam normal pada pohon yang tumbuh di lapang berbentuk *elliptic* dengan tepi daun *dentate* (bergerigi) dan berwarna hijau. Hasil pengamatan terhadap morfologi daun pada plantlet diperoleh tiga macam bentuk daun yaitu *elliptic*, *lanceolate* dan abnormal; dua macam tepi daun yaitu *dentate* dan *entire* serta dua macam warna daun yaitu hijau dan hijau muda. Dari 100 plantlet yang dikarakterisasi secara morfologi, diperoleh persentase plantlet yang bervariasi (Tabel 2).

Berdasarkan data morfologi tersebut, tampak bahwa hampir 50% plantlet masih menunjukkan morfologi yang normal. Namun, 25% plantlet memiliki bentuk daun yang tidak normal. Bentuk abnormal ini adalah bentuk seperti sendok yang cekung di bagian tengah dan memiliki diameter daun yang kecil (1-1.5 mm). Pengamatan terhadap warna daun menunjukkan 75% plantlet memiliki daun berwarna hijau. Dari semua plantlet yang diamati, semua daun hanya memiliki satu warna saja yaitu hijau atau hijau muda, tidak ditemukan plantlet yang daunnya memiliki dua warna atau lebih (belang).

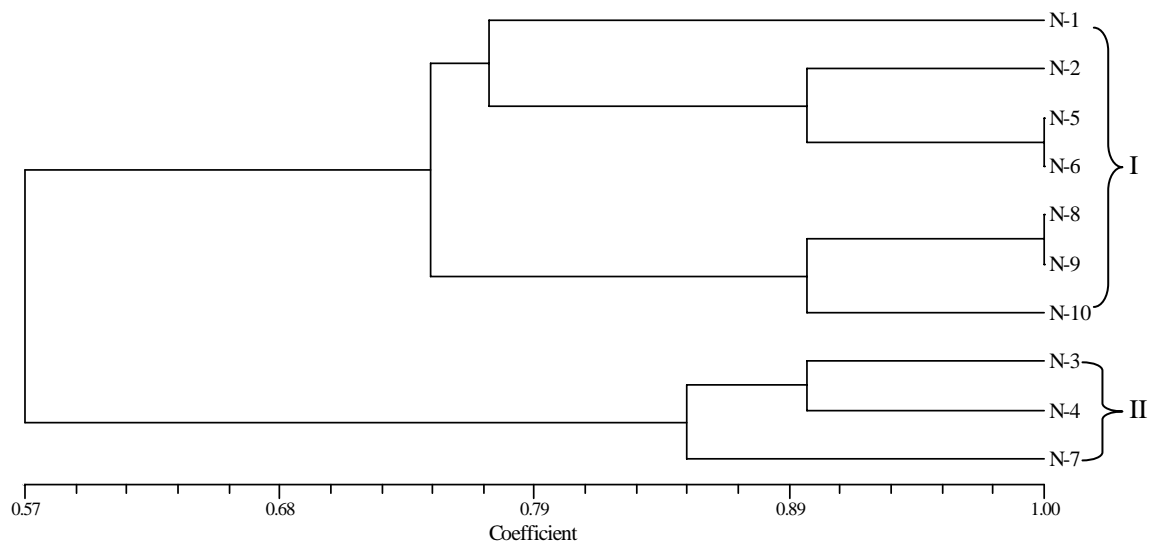
Pengamatan juga dilakukan terhadap empat karakter kuantitatif seperti tinggi tunas, jumlah cabang, jumlah daun dan jumlah akar. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai rata-rata, standar deviasi dan ragam. Menurut Baihaki (1999), adanya variasi dari suatu populasi dapat dilihat nilai-nilai tersebut. Secara keseluruhan data disajikan pada Tabel 3.

Dari semua data morfologi, baik kualitatif maupun kuantitatif, diperoleh 10 macam variasi plantlet. Analisis gerombol dengan metode UPGMA berdasarkan karakterisasi morfologi terhadap 10 plantlet tersebut, diperoleh dendrogram dengan nilai koefisien kemiripan antara 0.57-1.00 (Gambar 5). Nilai koefisien kemiripan menunjukkan kesamaan individu dalam suatu populasi, semakin tinggi nilai koefisien kemiripan antar individu, maka semakin dekat jarak genetik antara individu tersebut (Qosim 2006). Plantlet yang diperoleh menunjukkan tingkat keragaman morfologi sebesar 43%. Plantlet terbagi menjadi dua kelompok pada nilai koefisien kemiripan 0.72. Kelompok I terdiri atas 7 plantlet yang dicirikan dengan bentuk daun *elliptic* dengan tepi daun *dentate* (bergerigi) dan berwarna hijau. Tinggi plantlet pada kelompok ini berkisar antara 1.5-2.1 cm, jumlah cabang 2-4, jumlah daun 4-6 serta jumlah akar 2. Pada kelompok ini terdapat dua pasang individu yang secara morfologi mirip yaitu N-5 dan N-6 serta N-8 dan N-9. Kelompok II terdiri atas 3 plantlet yang dicirikan oleh bentuk daun *lanceolate* dan bertepi daun *entire* serta berwarna hijau muda. Kisaran tinggi plantlet yang luas yaitu antara 0.7-2.8 cm, kisaran jumlah cabang antara 0-4, jumlah daun 1-8 serta jumlah akar 0-1.

Penyambungan secara in vitro dan ex vitro

Penyambungan sudah umum dilakukan oleh petani jeruk dengan tujuan meningkatkan kualitas dan produksi buah serta ketahanan terhadap penyakit. Penyambungan merupakan suatu teknik untuk mendapatkan bibit yang bermutu dengan cara menggabungkan sifat unggul yang dimiliki batang atas dengan sifat unggul yang terdapat pada batang bawah. Pada batang atas diharapkan dapat tumbuh tajuk yang memiliki kemampuan produksi buah yang tinggi dengan kualitas yang baik, sedangkan batang bawah diharapkan dapat menjadi penyokong yang kuat untuk pertumbuhan batang atas.

Penyambungan dapat dilakukan secara in vitro dan ex vitro, masing-masing teknik memiliki keunggulan. Penyambungan secara in vitro memiliki keuntungan yaitu kecocokan (*compatibility*) sambungan dapat dideteksi lebih dini dan lebih cepat. Penyambungan antara batang atas dan batang bawah dapat terjadi kecocokan (*compatibility*) atau



Gambar 5. Dendrogram hasil analisis gerombol dengan metode UPGMA terhadap 10 planlet hasil seleksi berdasarkan penanda morfologi.

ketidakcocokan (*incompatibility*). Sifat kecocokan pada tanaman sambungan sangat penting, karena akan mempengaruhi proses pertumbuhan selanjutnya. Keuntungan dari penyambungan secara *ex vitro* adalah mempercepat dan mengurangi tahapan *in vitro* seperti induksi perakaran, *hardening* dan aklimatisasi karena planlet sebagai batang atas tidak perlu memiliki akar (Ollitrault 1990).

Pengamatan terhadap penyambungan *in vitro* maupun *ex vitro* menunjukkan bahwa planlet mampu tumbuh sebesar 80% pada penyambungan *in vitro* dan 60% pada penyambungan *ex vitro*. Dua bulan setelah penyambungan *in vitro*, daun pada batang atas mulai tumbuh sebanyak 3.7 daun dengan tinggi tunas 2.8 cm. Pengamatan dua bulan setelah penyambungan *ex vitro* menunjukkan pertumbuhan daun sebanyak 5.8 daun dengan tinggi tunas 4.6 cm (Gambar 6). Berdasarkan data tersebut, maka penyambungan secara *in vitro* maupun secara *ex vitro* tidak berbeda respon pertumbuhannya. Penyambungan secara *ex vitro* lebih efisien daripada secara *in vitro*, karena tanaman hasil penyambungan sudah beradaptasi dengan lingkungan *ex vitro* dari awal penyambungan. Tanaman hasil penyambungan secara *in vitro* memerlukan tahap adaptasi dari kondisi *in vitro* ke kondisi *ex vitro*.

Tingkat keberhasilan penyambungan antara lain dipengaruhi oleh ketepatan penyambungan antara batang atas dan batang bawah sehingga jaringan kambium dan jaringan vaskular antara kedua batang dapat menempel dengan sempurna dan terhindar dari proses oksidasi yang dapat mengakibatkan pengeringan jaringan pada daerah pertautan (Devu et al. 2011).

Keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kalus yang telah lama dalam kultur *in vitro* masih memiliki kemampuan untuk proliferasi dan regenerasi menjadi planlet yang lengkap. Karakterisasi secara morfologi atau

fenotipe terhadap planlet yang dihasilkan menunjukkan terdapat keragaman bentuk daun, warna daun, tinggi tunas, jumlah cabang dan jumlah daun. Keragaman populasi planlet yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam proses seleksi untuk tujuan peningkatan kualitas buah maupun untuk ketahanan terhadap cekaman abiotik maupun biotik. Evaluasi secara molekuler dan agronomi masih perlu dilanjutkan agar dapat memberikan informasi yang menyeluruh. Metode penyambungan secara *in vitro* maupun *ex vitro* yang telah dilakukan diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan planlet yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Program Hibah Pasca LPPM IPB tahun 2011-2012 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agisimanto D, Noor NM, Ibrahim R, Mohamad A. 2012. Efficient somatic embryo production of Limau madu (*Citrus suhuiensis* Hort. ex Tanaka) in liquid culture. *African J Biotechnol* 11 (12): 2879-2888.
- Ahloowalia BS, Maluszynski M. 2001. Induced mutations: a new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118: 167-173.
- Ashari H, Hanif Z. 2012. Teknologi pembungaan jeruk siam pada cekaman hujan tinggi (la-nina). Dalam: Melati M, Aziz SA, Efendi D, Armini NM, Sudarsono (ed). *Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI: Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan*. Bogor, 1-2 Mei 2012. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
- Bairu MW, Aremu AO, Van Staden J. 2011. Somaclonal variation in plants: causes and detection methods. *Pl Growth Regul* 63: 147-173.

- Devy NF, Sugiyatno A, Yulianti F. 2011. Daya tumbuh tanaman jeruk kalamondin hasil perbanyakan via somatik embriogenesis in vitro pada batang bawah JC. *J Hort* 21 (3): 214-224.
- Devy NF, Yulianti F, Hardiyanto. 2012. Perbanyakan massal embrio kalamondin melalui teknologi somatik embriogenesis menggunakan bioreaktor. *J Hort* 22 (1): 1-7.
- Feher A, Pasternak TP, Dudits D. 2003. Transition of somatic plant cell to an embryogenic state. *Pl Cell Tiss Organ Cult* 74: 201-228.
- Husni A, Purwito A, Mariska I, Sudarsono. 2010. Regenerasi jeruk siam melalui embriogenesis somatik. *Jurnal AgroBiogen* 6 (2): 75-83.
- IPGRI [International Plant Genetic Resources Institute]. 1999. Descriptor for Citrus. IPGRI, Rome.
- Kaeppler SM, Kaeppler HF, Rhee Y. 2000. Epigenetic aspects of somaclonal variation in plants. *Pl Mol Biol* 43:179-188.
- Kayim M, Koc NK. 2006. The effects of some carbohydrates on growth and somatic embryogenesis in citrus callus culture. *Scientia Horticulturae* 109: 29-34.
- Kementan [Kementerian Pertanian]. 2012. BPS 2010 Olahan. <http://aplikasi.deptan.go.id/bdsp/index.asp> [10 April 2012]
- Mukhtar R, Khan MM, Rafiq R, Shahid A, Khan FA. 2005. In vitro regeneration and somatic embryogenesis in (*Citrus aurantifolia* and *Citrus sinensis*). *Intl J Agric Biol* 7 (3): 518-520.
- Namasivayam P. 2007. Acquisition of embryogenic competence during somatic embryogenesis. *Pl Cell Tiss Organ Cult* 90: 1-8.
- Ollitrault P. 1990. Somatic Embryo Grafting, A Promising Technique for Citrus Breeding and Propagation. ICSN 3rd Congress, Australia.
- Orbovic V, Calovic M, Vilorica Z, Nielsen B, Gmitter FG, Jr., Castle WS, Grosser JW. 2008. Analysis of genetic variability in various tissue culture-derived lemon plant populations using RAPD and flow cytometry. *Euphytica* 161: 329-335.
- Qosim WA. 2006. Studi iradiasi sinar gamma pada kultur kalus nodular manggis untuk meningkatkan keragaman genetik dan morfologi regenerasi [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rohlf FJ. 1998. NTSYS-PC Numerical Taxonomic and Multivariate Analysis System Version 2.02 User Guide. Exeter Publishing Co. Ltd., USA
- Skirvin RM, Norton M, McPheeters KD. 1993. Somaclonal variation: has it proved useful for plant improvement? *Acta Hort* 336: 333-340.
- Soedjono S. 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian* 22 (2): 70-78.
- Souza JMM, Tomaz ML, Arruda SCC, Demetrio CGB, Venables WN, Martinelli AP. 2011. Callus sieving is effective in improving synchronization and frequency of somatic embryogenesis in *Citrus sinensis*. *Biologia Plantarum* 55 (4): 703-707.
- Yunita R. 2009. Pemanfaatan variasi somaklonal dan seleksi in vitro dalam perakitan tanaman toleran cekaman abiotik. *Jurnal Litbang Pertanian* 28 (4):142-148.

Pemecahan dormansi temulawak dengan aplikasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP

The dormancy breakdown in java turmeric with application plant growth regulator NAA and BAP

EKO BINNARYO MEI ADI[✉], SRI INDRAYANI, ENUNG SRI MULYANINGSIH

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Bogor km. 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8754587/8754588, ✉email: oke20adi@yahoo.com

Manuskrip diterima: 5 Desember 2014. Revisi disetujui: 15 Januari 2015.

Abstrak. *Adi EBM, Indrayani S, Mulyaningsih ES. 2015. Pemecahan dormansi temulawak dengan aplikasi Zat Pengatur Tumbuh NAA dan BAP. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 105-108.* Adanya kesadaran masyarakat untuk mengkonsumsi bahan alami untuk kesehatan telah meningkatkan laju konsumsi temulawak (*Curcuma xantorrhiza*) dalam bentuk jamu dan obat. Salah satu hambatan dalam budidaya temulawak adalah adanya fase dormansi rimpang sebagai bahan pembibitan. Adanya fase dormansi ini sebagai hambatan dalam penyediaan bibit yang seragam dalam waktu bersamaan. Penelitian ini adalah penelitian awal yang bertujuan untuk memecahkan dormansi pada bibit temulawak salah satunya dengan menggunakan Zat Pengatur Tumbuh BAP (Benzil Amino purine) dan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) pada konsentrasi tertentu. Hasil penelitian ini selanjutnya akan digunakan untuk kajian kandungan bahan aktif dari temulawak pada beberapa usia panen. Dua ZPT yaitu NAA dan BAP, dan tiga bobot rimpang yang digunakan menunjukkan bahwa ZPT tidak berpengaruh terhadap diameter pangkal tunas, jumlah tunas, dan jumlah rimpang bertunas. Sedangkan bobot rimpang 200-250g merupakan sumber bibit terbaik dengan memiliki diameter pangkal tunas terbesar, jumlah tunas terbanyak, dan jumlah rimpang bertunas tertinggi.

Kata kunci: BAP, bobot rimpang, dormansi, NAA, temulawak, *Curcuma xantorrhiza*

Abstrak. *Adi EBM, Indrayani S, Mulyaningsih ES. 2015. The dormancy breakdown in java turmeric using plant growth regulator NAA and BAP. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 105-108.* Public awareness of natural health products has increased the consumption of herbs and drugs derived from java turmeric or temulawak (*Curcuma xantorrhiza*). One of the obstacles in the cultivation java turmeric rhizome is the dormancy phase of the seedling. This preliminary study aimed to break down the dormancy in seedlings of java turmeric using plant growth regulators (PGR) BAP (benzyl amino purine) and NAA (Naphthalene Acetic Acid) at different concentrations. Results of the studies can be used to examine the active ingredient of java turmeric on several harvesting age. Two PGRs (NAA and BAP) and three different weights of rhizomes were used as treatments. The result showed that PGR has no effect on the diameter of the bud's base, number of shoots, and number of budding rhizomes. Furthermore, the weight of 200-250g rhizome is the best seedling bearing the largest diameter of the bud's base, the highest number of shoots, and the highest number of budding rhizomes.

Keyword: BAP, the weight of rhizomes, dormancy, NAA, java turmeric, *Curcuma xanthorrhiza*

PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xantorrhiza*) merupakan salah satu jenis tanaman biofarmaka. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2013 total produksi temulawak sebanyak 35.664 ton, yang sebagiannya diekspor. Pasar ekspor berupa rimpang segar dan rimpang yang telah dikeringkan. Saat ini temulawak sudah mulai di budidayakan dalam skala yang terbatas diantara populasi tanaman budidaya, potensi produksi dan mutunya beragam. Namun apabila di tanam ditanah gembur rimpang akan bertambah besar (Djamhari 2010). Rimpang temulawak berguna sebagai bahan baku obat yang dapat merangsang sekresi empedu dan pankreas. Temulawak memiliki kandungan antioksidan seperti fenol, flavonoid dan kurkumin yang akan menangkap radikal bebas dalam tubuh (Bintari et al. 2014). Selain itu sebagai bahan biofarmaka temulawak digunakan

untuk mengobati diare, desentri, wasir, bengkak karena infeksi, eksim, cacar, jerawat, sakit kuning, sembelit, kurang nafsu makan, kejang-kejang, radang lambung, kencing darah, ayan, dan kurang darah. Temulawak rimpangnya juga mengandung protein, pati, zat warna kuning kurkuminoid, dan minyak atsiri (Djamhari 2010).

Di Indonesia rimpang temulawak akan mengalami dormansi pada musim kemarau. Rimpang temulawak biasanya mengalami dormansi dalam waktu yang bervariasi, sehingga untuk memperoleh bibit tanaman yang seragam dalam jumlah besar akan mengalami kesulitan. Memasuki musim hujan, dormansi pecah dan tunas mulai tumbuh. Rimpang temulawak dapat digunakan sebagai bibit tetapi perlu dilakukan pemecahan dormansi terlebih dahulu. Pemecahan dormansi dapat terjadi secara alamiah atau dengan bantuan bahan lainnya sebagai pemicu.

Pecahnya dormansi ditandai dengan tumbuhnya tunas pada rimpang (Djamhari 2010).

Penelitian terdahulu menunjukkan hasil perendaman temulawak dengan air kelapa 50% menunjukkan tingkat tunas terbaik (Karimah et al. 2013). Pada *Curcuma alismatifolia* penggunaan BAP konsentrasi 100mg/liter dapat memunculkan mata tunas terbanyak dan ethephon 750mg/liter dapat memunculkan tunas tertinggi (Thohirah et al. 2010). Pada lempuyang perlakuan penjemuran akan meningkatkan jumlah anakan (Januwati et al. 1999). Penggunaan atonik dan auksin tidak menunjukkan pengaruh pada stimulasi muncul tunas rimpang temulawak (Djamhari 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk memecah masalah dormansi pada bibit temulawak dengan beberapa bobot rimpang menggunakan hormon BAP dan NAA pada konsentrasi tertentu. Hasil dari penelitian ini selanjutnya akan dijadikan sebagai bahan pengujian lanjut untuk kegiatan analisis kandungan senyawa bahan aktif dari temulawak, sebagai material uji untuk teknik kultur jaringan dan kegiatan lain yang menunjang kegiatan bioteknologi.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli Hingga oktober 2014 di lahan kebun percobaan Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Bahan yang digunakan, umbi utama temulawak berasal dari Yogyakarta, akuades, NAA dan BAP, dan peralatan lain yang digunakan dalam penelitian ini.

Cara kerja

Percobaan ini menggunakan rancangan petak terbagi dengan bobot rimpang utama sebagai petak utama dan ZPT sebagai anak petak. Bobot rimpang terdiri dari tiga kelompok yaitu rimpang utama kecil = 30-50g, sedang = 100-150g, besar= 200-250g. Kemudian kandungan ZPT terdiri dari empat taraf yaitu Z0= air akuades, Z1= 3ppm BAP, Z2= 0,05ppm NAA, Z3= 3ppm BAP + 0,05ppm NAA. Lahan diolah dengan cara dicangkul, selama pencangkulan dilakukan dengan penaburan kompos 30 kg perblok. Setelah tanah gembur dibuat petakan dengan ukuran 100 cm x 80 cm sebagai bedengan plot percobaan. Jarak antar plot 40 cm kemudian jarak antar blok 50 cm. Aplikasi ZPT dilakukan dengan cara penyemprotannya pada rimpang hingga rata. Setelah disemprot, rimpang langsung ditanam dengan jarak tanam 10 cm dalam baris dan antar baris, dalam satu petak terdapat 10 rimpang utama, yang diamati 2 minggu hingga minggu ke sepuluh. Data yang ditampilkan dan dianalisis hanya data minggu ke-10.

Analisis data

Variabel yang diamati meliputi jumlah tunas (menghitung total tunas muncul), jumlah umbi bertunas (menghitung rimpang bertunas), jumlah bunga (menghitung bunga muncul), tinggi tanaman (diukur dari atas permukaan tanah sampai bagian tertinggi dari

tanaman), diameter pangkal batang (diukur pada permukaan tanah). Data-data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan software SPSS ver. 14. Analisis varian dilakukan dengan taraf uji 5% jika berbeda dilanjutkan dengan uji jarak ganda duncan dengan taraf uji 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

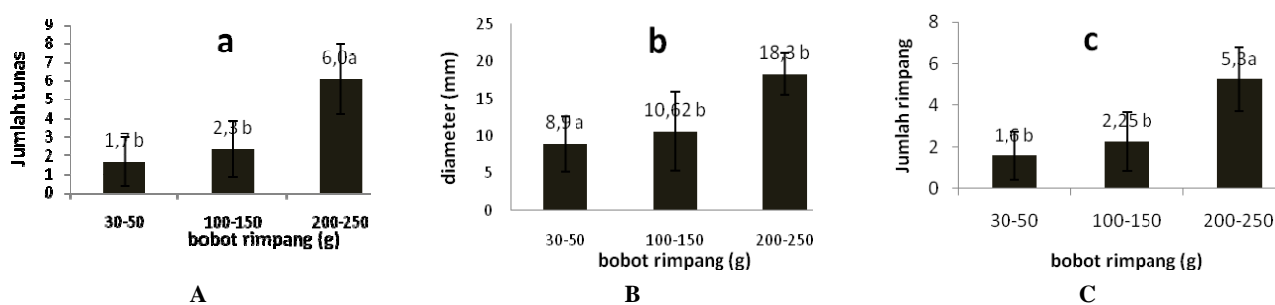
Fitohormon (hormon tumbuhan) dapat dipicu dengan aplikasi ZPT. Hormon memiliki peranan dalam merangsang, membangkitkan atau mendorong aktivitas biokimia. Secara alami ZPT dalam organ tubuh tanaman telah ada dalam jumlah sedikit dan ZPT yang aktif dalam jaringan tanaman akan ditransformasikan ke dalam seluruh bagian tanaman sehingga mempengaruhi pertumbuhan atau proses-proses fisiologis tanaman (Djamhari 2010).

Tabel 1. Analisis ragam untuk karakter pengamatan pada induksi tunas rimpang temulawak

Karakter	Bobot umbi	KK (%)	ZP T	Bobot umbi x ZPT	KK (%)
Jumlah tunas	*	27,66	ns	ns	19,81
Tinggi tanaman	ns	4,12	ns	ns	2,91
Diameter pangkal tunas	*	7,47	ns	ns	4,14
jumlah bunga	**	0,42	ns	*	0,55
jumlah rimpang bertunas	*	25,53	ns	ns	18,05

Keterangan: *= berbeda nyata pada taraf uji F 5%; **=berbeda nyata taraf uji 1%; ns= tidak berbeda nyata

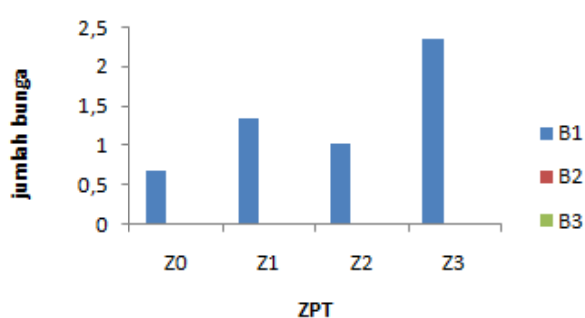
Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 1, aplikasi ZPT dengan penyemprotan auksin (NAA) dan sitokinin (BAP) pada rimpang temulawak, menunjukkan tidak ada perbedaan pada semua variabel pengamatan. Tinggi tanaman tidak dipengaruhi oleh ZPT, hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Thohirah et al. (2010) yang menyatakan bahwa pemberian ZPT BAP tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman kentang. Pada perlakuan bobot umbi menunjukkan perbedaan untuk variabel jumlah tunas, diameter pangkal tunas, jumlah rimpang bertunas, sedangkan pada karakter jumlah tunas yang menghasilkan bunga menunjukkan adanya pengaruh ukuran umbi dan ZPT. Tidak berpengaruhnya BAP diduga karena konsentrasi yang diberikan terlalu sedikit hal ini didasarkan pada penelitian Kusumastuti et al. (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan BAP 5 ppm dalam kondisi tanpa cahaya dapat meningkatkan jumlah tunas temulawak. Sedangkan penelitian Khumaida dan Fauzi (2013) menunjukkan bahwa pemberian NAA 0,2ppm dan BAP 3ppm pada kultur invitro tanaman singkong tidak menunjukkan perbedaan pada variabel jumlah tunas. Perlakuan pemberian NAA dan BAP yang tidak berpengaruh diduga karena konsentrasi terlalu rendah. Hal ini mengakibatkan efek pemberian menjadi tidak signifikan pada variabel jumlah tunas, tinggi tanaman, diameter pangkal batang, dan jumlah rimpang bertunas.



Gambar 1. Jumlah tunas pada perlakuan, a. ukuran umbi, b. diameter pangkal batang, c. jumlah rimpang bertunas



Gambar 3. Pembibitan umur 8 minggu a. rimpang besar (200-250g), b. rimpang medium (100-150g), c. rimpang kecil (50-80 g)



Gambar 2. Interaksi antara tiga ukuran rimpang dengan dengan pemberian ZPT terhadap jumlah bunga yang muncul.

Salah satu indikator pertumbuhan pada tanaman yang mengalami fase dormansi adalah tidak adanya bagian vegetatif artinya tanaman tidak aktif melakukan pembelahan sel. Rimpang yang mengalami pecah dormansi biasanya akan ditunjukkan dengan tunas muda yang mulai tumbuh dari mata tunas. Dormansi rimpang temulawak dijumpai pada musim kemarau atau setelah dipanen. Pecahnya dormansi ditunjukkan setelah tunas mulai muncul.

Tunas mulai muncul pada minggu ke empat setelah tanam, dan terus bertambah seiring waktu. Jumlah tunas yang muncul (Gambar 1a) menunjukkan bahwa perlakuan umbi besar memiliki jumlah tunas terbanyak (6,1), kemudian diikuti oleh sedang dan kecil yang memiliki jumlah tunas tidak berbeda 2,3 dan 1,7. Rimpang besar merupakan rimpang dengan ukuran terbesar (200-250g) hal ini sejalan dengan penelitian Djamhari, (2010) jumlah tunas terbaik terdapat pada ukuran umbi besar. Rimpang ukuran besar memiliki kandungan pati dalam jumlah lebih banyak sehingga memiliki energi tersimpan lebih besar untuk memasuki fase masa pertumbuhan berikutnya.

Perbedaan ukuran rimpang mempengaruhi ukuran diameter pangkal tunas. Berdasarkan pengamatan (Gambar 1b) bobot rimpang sedang memiliki diameter pangkal tunas yang sama dengan bobot rimpang kecil. Rimpang dengan bobot besar (200-250g) memiliki diameter pangkal tunas terbesar yaitu sebesar 8,9 mm. Hal ini duga karena makin besar bobot umbi akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif seperti diameter pangkal batang. Menurut Arifin et al. (2014) ukuran rimpang yang besar akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun.

Keunggulan rimpang dengan bobot besar terlihat pada keserempakan jumlah umbi bertunas dibandingkan dengan umbi bobot sedang dan kecil (Gambar 1c). Rimpang bobot sedang dan kecil memiliki jumlah rimpang bertunas yang tidak berbeda. Semakin banyak rimpang bertunas dalam waktu relatif bersamaan akan meningkatkan penyediaan bibit yang seragam. Jumlah umbi bertunas tertinggi terjadi pada rimpang besar. Jumlah rimpang bertunas berkisar 5,3 rimpang berbeda dengan perlakuan ukuran sedang dan kecil yang masing-masing hanya menunjukkan 2,3 dan 1,6 rimpang bertunas.

Bobot rimpang dan tinggi tunas menjadi kriteria utama menentukan viabilitas umbi (Arifin et al. 2014). Kandungan pati dalam rimpang temulawak mencapai 41,45% (Hayani 2006), makin besar rimpang makin banyak kandungan pati didalamnya. Hal ini diduga sebagai penyebab peningkatan pertumbuhan tunas pada rimpang besar. Pati sebagai sumber energi akan dirubah menjadi glukosa melalui metabolime fisiologis tanaman sehingga dapat digunakan dalam pertumbuhan. Tingginya kandungan pati dalam rimpang besar maka akan meningkatkan kecepatan pertumbuhan tunas, jumlah tunas yang tumbuh, ukuran tunas dan viabilitas tunas.

Ukuran rimpang besar menunjukkan kecenderungan untuk bertunas yang menghasilkan bunga (Gambar 2). Hal ini terlihat dari munculnya bunga pada perlakuan tanpa ZPT. Interaksi terjadi pada munculnya tunas yang menghasilkan bunga dengan menggunakan ZPT dan ukuran rimpang. Pada perlakuan 3 ppm BAP ditambah 0,05 ppm NAA pada rimpang besar menunjukkan terjadi peningkatan jumlah bunga yang muncul. Pemberian NAA dan BAP dapat memicu rimpang besar untuk memulai masa generatif. Menurut hasil penelitian (Raja dan Jayabalan 2011) penggunaan NAA 1,2mg/l dan BAP 0,03mg/l dapat menginduksi pembungaan hingga 83% pertunas pada tanaman wijen. Proses pembungaan diawali dengan primordia bunga dan diikuti mekarnya bunga. Namun bunga pada temulawak tidak dapat menghasilkan biji, karena temulawak merupakan tanaman triploid.

Proses pembungaan pada rimpang temulawak muncul pada rimpang besar, hal ini diduga rimpang temulawak besar memiliki usia rimpang yang lebih tua (Gambar 3). Selain usia pada rimpang besar diduga memulai fase generatif yang ditandai dengan adanya pertumbuhan bunga. Aplikasi NAA dan BAP pada rimpang temulawak besar dapat meningkatkan kecenderungan rimpang untuk berbunga. Hal ini diduga pemberian NAA dan BAP pada konsentrasi rendah telah dapat meningkatkan aktivitas gen-

gen yang terkait dengan pembungaan, sehingga NAA dan BAP dapat digunakan untuk menginduksi rimpang besar temulawak berbunga.

Pemecahan dormansi dengan menggunakan NAA dan BAP dalam aplikasinya akan meningkatkan jumlah tunas menjadi bunga. Pemilihan ukuran rimpang 200-250g akan meningkatkan jumlah keserempakan rimpang tumbuh menjadi tunas dengan memiliki vigor tanaman yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sri Okti Yurika dan para teknis Kebun Plasma Nutfah Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Cibinong, Bogor yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin MS, Agung N, Agus S. 2014. Kajian panjang tunas dan bobot umbi bibit terhadap produksi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas granola. *J Produksi Tanaman* 2 (3): 221-229.
- Badan Pusat Statistik. 2013. Produksi tanaman obat-obatan di Indonesia 1997-2013.
- Bintari GS, Windarti I, Fiana DN. 2014. Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) as gastroprotector of mucosal cell damage. *Medical Journal of Lampung University* 3 (5): 77-84.
- Djamhari S. 2010. Memecah dormansi rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* xrob.) menggunakan atonik dan stimulan perakaran dengan larutan atonik. *J. Sain Tek* 12 (1): 66-70.
- Hayani E. 2006. Analisis kandungan rimpang kimia rimpang temulawak. *Dalam* Hidayati N. (ed). *Prosiding Temu Teknis Tenaga Fungsional*. Bogor 7-8 September 2006.
- Januwati M, Sumarini E, Taryono. 1999. Pengaruh perlakuan rimpang dan dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan lempuyang wangi. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia* 5 (1): 30-31.
- Karimah A, Purwanti S, Rogomulyo R. 2013. Kajian Perendaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* xrob.) dalam urin sapi dan air kelapa untuk mempercepat pertunasan. *J. Vegetalika* 2 (2): 1-6.
- Khumaida N, Fauzi AR. 2013. Induksi tunas ubi kayu (*Mannihot esculenta* Crantz.) var. Adira 2 secara in vitro. *J Agron Indonesia* 41 (2) : 133-139.
- Kusumastuti MY, Bhatt A, Indrayanto G, Keng CL. 2014. Effect of sucrose, benzylaminopurine and culture condition on in vitro propagation of *Curcuma xanthorrhiza* roxb. and *Zingiber aromaticum* val. Pak. *J. Bot.* 46 (1): 279-288.
- Raja A, N Jayabalan. 2011. In vitro shoot regeneration and flowering of sesame (*Sesamum indicum* L. cv. SVPR-1). *J Agric Tech* 7 (4): 1087-1094.
- Thohirah LA, CLS Flora, N Kamalkshi. 2010. Breaking bud dormancy different shade levels for production of pot and cut *Curcuma alismatifolia*. *Amer J Agric Biol Sci* 5 (3): 385-388.

Natural production potency of nipa (*Nypa fruticans*) sap as production commodity for bioethanol

Potensi produksi alami nira nipah (*Nypa fruticans*) sebagai komoditas penghasil bioetanol

IMAWAN WAHYU HIDAYAT

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Jl. Kebun Raya Cibodas, PO BOX 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, West Java, Indonesia, Phone: (+62 263) 512233; 520448; Fax: (+62 263) 512233, Email: imawan.wahyu.hidayat@lipi.go.id

Manuscript received: 5 November 2014. Revision accepted: 9 January 2015.

Abstrak. Hidayat IW. 2015. *Potensi produksi alami nira nipah (Nypa fruticans) sebagai komoditas penghasil bioetanol. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 109-113.* Nira nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) memiliki manfaat unggul untuk diolah lebih lanjut menjadi bioetanol. Bioetanol yang dihasilkan nipah lebih banyak apabila dibandingkan dengan tanaman budidaya lainnya, seperti tebu, singkong, kelapa dan kentang. Potensi hasil ini sangat strategis, apabila dihubungkan dengan program nasional mengenai pengembangan energi baru dan terbarukan untuk mengatasi masalah kebutuhan energi yang semakin meningkat. Nipah mendominasi konfigurasi tumbuhan mangrove di sepanjang pantai utara pulau Sumatera, terutama di Sumatera Selatan. Sungsang, Sumatera Selatan, merupakan salah satu habitat dan ekosistem nipah yang penting. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis potensi produksi alami nira nipah yang mampu diolah lebih lanjut menjadi bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahun 2013, potensi produksi alami nira nipah di Sungsang berkisar antara 109,45-437,86 L ha⁻¹ hari⁻¹. Apabila dengan pengolahan lebih lanjut nira nipah menghasilkan 8,98%-14% etanol, maka bioetanol yang dihasilkan berkisar antara 9,83-61,3 L ha⁻¹ hari⁻¹ atau 3.587,92-22.374,54 L ha⁻¹ tahun⁻¹.

Kata kunci: bioetanol, nira nipah, produksi alami

Abstract. Hidayat IW. 2015. *Natural production potential of nipa (Nypa fruticans) sap as sources for bioethanol production. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 109-113.* Nipa (*Nypa fruticans* Wurmb.) sap is a potential source for bioethanol production. Nipa bioethanol production generates higher yield in comparison with other crops, such as sugarcane, cassava, coconut, and potato. This potential is very relevant to the national program on the development of new and renewable energy to meet the growing energy demand. Nipa can be found growing dominantly in mangrove ecosystem along the northern coast of Sumatra, particularly in South Sumatra. Sungsang, South Sumatra, is one of the critical habitats for nipa. This research was aimed to analyze the potential of natural production of nipa sap which can be processed further into bioethanol. The results showed that the potential natural production of nipa sap ranged from 109.45 to 437.86 L ha⁻¹ day⁻¹ in 2013. For further processing, nipa sap generating 8.98% to 14% of ethanol would then result in bioethanol ranging from 9.83 to 61.3 L ha⁻¹ day⁻¹ or 3,587.92 to 22,374.54 L ha⁻¹ year⁻¹.

Key words: bioethanol, natural production, nipa sap

INTRODUCTION

Global primary energy consumption increased by 2.3% in 2013, acceleration over 2012 (+1.8%) (British Petroleum 2014). Until July 2014, around 78.9% of the total primary energy share was produced from fossil fuel that precludes nuclear, hydro, biofuel and other energy sources (U.S. EIA 2014). For comparison, in 1973, fossil fuel percentage of the total primary energy share was 86.7%. On the other hand, globally, 57.7% of the energy is accounted for transportation system (Kumar et al. 2010).

It also occurs in Indonesia, in 2013, oil consumption reached 1.61 million barrels per day by "only" capable to produce as much crude oil 874.79 thousand barrels per day (U.S. EIA 2014). The dependence of the energy needs of Indonesia on fossil fuels is also seen in the proportion of the total fossil fuel consumption by 73% compared to other

sources, such as biomass and other renewable sources, by 27% in 2012. This certainly implies a concern for the policy makers for exploring alternatives that would be viable and regenerative to attain sustainability. Renewable energy opened up prospects for appropriate resource conservation and an eco-friendly solution directed to energy security (Everett et al. 2012).

Indonesia as a rich country of biodiversity resources, have a high potential for developing new and renewable energy derived from plants. One that has been investigated is bioethanol derived from nipa (*Nypa fruticans* Wurmb.) sap. Ethanol which produced by nipa sap is better than sugarcane, even other sugar sources such as cassava, coconut and potato (Hamilton and Murphy 1988). Nipa sap is a potential material to be processed into bioethanol (Matsui et al. 2011; Tamunaidu and Saka 2011; Tsuji et al. 2011; Tamunaidu and Saka 2013; Tamunaidu et al. 2013).

Bioethanol is one source of renewable energy which can replace or as mix of fossil fuels, widely used in beverages, cosmetics, in the health field as an antiseptic substance, a solvent, as well as an industrial raw material. Total nipa sap chemical composition is 19.5 wt%, mainly consisting of sucrose, glucose and fructose (Tamunaidu and Saka 2013). The potential of nipa sap which can be generated ranged from 0.4 to 1.2 L d⁻¹ per palm (Tamunaidu et al. 2013).

Nevertheless, the potential and utilization of *N. fruticans* currently faced with the problems of land use changes that threaten the existence and its sustainability. Mangrove ecosystem which becoming a major habitat of nipa gradually depleted or damaged, as occurred in most of the northern coast of Sumatra. According Ridho et al. (2006), mangrove areas in the Banyuasin (including Sungsang) was reduced by 20,546.5 ha since 1992 to 2003. The results of the interpretation of satellite data were also discovered that 55.4% (158,989.39 ha) mangrove area in Banyuasin II District (including Sungsang) categorized as moderate damaged and heavily damaged and only 44.6% (127,983.57 ha) categorized in good condition (Departemen Kehutanan 2006). Exploitation of mangrove areas in this region which continuously occurred will be potentially reducing the diversity of plant species. Therefore, it needs a habitat conservation strategy to be able for collaborating ecological interests and socio-economic benefits for the surrounding community.

The purpose of this study was to assess the natural sap production potential of nipa palms to be processed into bioethanol according to its abundance in the habitat. Abundance studies were carried out to evaluate its individual amount and the total of panicles as based for the quantity assessment of nipa sap production. Hopefully with

this potential production, it will encourage conservation efforts for nipa from activities that cause depletion.

MATERIALS AND METHODS

Study site

The study was conducted in Sungsang which administratively located in Banyuasin II District, Banyuasin Regency, South Sumatra Province. The object of study is the abundance of *N. fruticans* which potentially be utilized as bioethanol production substance through its tapping sap. Area of study is located at 2°16'33"S to 2°30'31"S and 104°45'10"E to 104°55'4"E (Figure 1). Topographically, the site is a swampy area with a moderate tidal influence. Sungsang is a delta area formed between the confluence of the Musi River, Telang River and Banyuasin River. Sungsang is located at the mouth of three rivers, and faced directly with the Bangka Strait.

Sampling acquisition of nipa was conducted on eight plots with three sub-plots repetition in each plot. Each sampling sub-plot was measuring 10x10 square meters. Plots selection was based on the level of disturbance of land use changes around the community of nipa. Location of Plot I was adjacent to agricultural land and plantations, Plot II was adjacent to plantations. Plot III and VII were located contiguous with settlement; Plot IV, V and VI were as undisturbed sites type; and, Plot VIII was located adjacent to agricultural land, plantations and settlement (Figure 1). The site selection of plots was expected be able to describe the representation of the diversity of the areas surrounding nipa community.

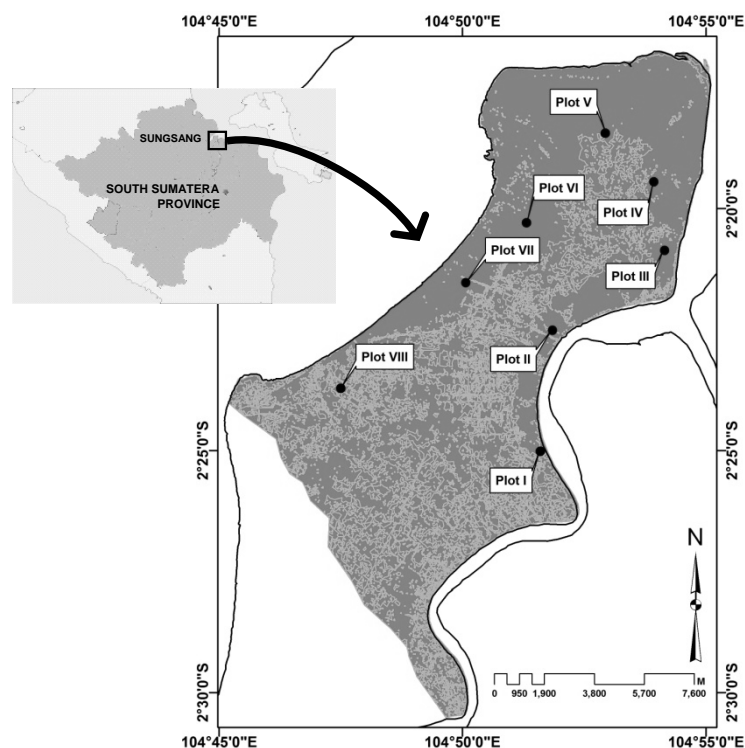


Figure 1. Study site in Sungsang, South Sumatra Province and location of sampling plots of *N. fruticans*.

Data collection and analysis

In each sub-plot was conducted data collection on individual abundance of nipa and the number of fruit stalks. Sub-plots were made at homogeneous nipa configuration, due to analyze the optimal potential of the natural production of nipa sap. Data were collected during February to March 2013. Abundance of individuals was calculated based on the number of individuals of nipa. The number of fruit stalks was calculated based on the number of fruit stalks which produced in each sub-plot. Fruit stalks which were calculated didn't consider the age factor (juvenile, mature or elder). This was conducted based on the assumption that each fruit stalk can grow into adulthood so ready to be harvested its sap.

Natural potency of nipa sap which produced by a single fruit stalk in a day with twice harvesting (morning and afternoon) about 0.5 L day^{-1} (Hamilton and Murphy 1988; Efendi 2012) and maximum about 2 L day^{-1} (Hamilton and Murphy 1988; Efendi 2012; Matsui et al. 2014), then nipa sap production ha^{-1} can be estimated as $= [0.5 \times \sum \text{number of fruit stalks} \leq \text{nipa sap production} \leq 2 \times \sum \text{number of fruit stalks}] \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$. If the further processing of nipa sap was capable to generating 8.98% (Trisasiwi et al. 2011) to 14% (Abdullah et al. 2013) per volume of bioethanol, then the potential bioethanol which can be produced is $= [8.98\% \times \text{nipa sap production} \leq \text{potential bioethanol} \leq 14\% \times \text{nipa sap production}] \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

Based on processing of field data collection, the highest average number of individuals is in Plot III (Figure 2). Afterward, Plot V, I and IV have a high number of individual. On the other hand, the lower number of individuals was in Plot II, VI, and VIII. Plot VII has the lowest average number of *N. fruticans*. On the other hand, the amount of fruit stalks was directly proportional (relatively) to the number of individuals of nipa (except at Plot V had a highest number of fruit stalks). More individuals of palm, then the more the fruit stalks can be found in the field at each sub plot.

Each fruit stalk that counted was expected to grow and produce nipa sap. Earlier studies were suggested that a single fruit stalk with twice a day harvesting of nipa sap, can produce about 0.5 L day^{-1} (Hamilton and Murphy 1988; Efendi 2012) and maximum about 2 L day^{-1} (Hamilton and Murphy 1988; Efendi 2012; Matsui et al. 2014) of nipa sap. Therefore, the amount of nipa sap can be produced was about $1.33\text{-}910.99 \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ (Table 1). The highest production was at Plot V which produced $227.75\text{-}910.99 \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ and the lowest was at Plot VIII which produced $1.33\text{-}5.33 \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$. Therefore, the average of natural nipa sap production in Sungsang based on the average amount of fruit stalks was about $109.46\text{-}437.86 \text{ L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$. In addition, the number of sap producing days and fruit stalk length were found to be highly correlated with sap yield (Rasco Jr et al. 2012).

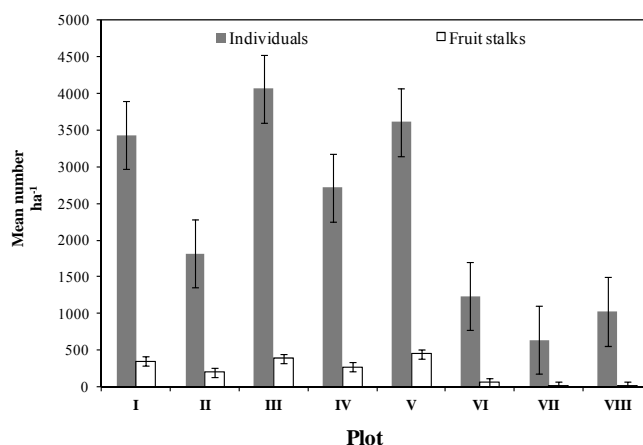


Figure 2. The average number of individual of *N. fruticans* and fruit stalk, in number ha^{-1} , at all eight plots sites with three sub-plots repetition in each plot.

Table 1. Natural production potency of *N. fruticans* sap.

No. Plot	Mean number of fruit stalks ha^{-1}	Mean number of <i>N. fruticans</i> sap ^{a)} $\text{L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$		
		Min.	Ave.	Max.
I	354.22	177.11	442.77	708.43
II	198.05	99.02	247.56	396.09
III	392.32	196.16	490.40	784.64
IV	269.83	134.81	337.03	539.25
V	455.49	227.75	569.37	910.99
VI	63.73	31.87	79.66	127.46
VII	15.33	7.67	19.17	30.67
VIII	2.67	1.33	3.33	5.33

Note: Based on nipa sap production with twice a day harvesting (Hamilton and Murphy 1988; Efendi 2012; Matsui et al. 2014).

Table 2. Natural production potency of bioethanol from further processing of *N. fruticans* sap.

No. Plot	Mean number of potential bioethanol production ^{a)} $\text{L ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$		
	Min.	Ave.	Max.
I	15.90	57.54	99.18
II	8.89	32.17	55.45
III	17.62	63.73	109.85
IV	12.11	43.80	75.50
V	20.45	74.00	127.54
VI	2.86	10.35	17.84
VII	0.69	2.49	4.29
VIII	0.12	0.43	0.75

Note: Based on study of Trisasiwi et al. 2011; Abdullah et al. 2013.

Nipa is able to produce higher yields alcohol compared with other crops: nipa by traditional management $6,480\text{-}10,224 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$; sugarcane $3,350\text{-}6,700 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$; cassava $3,240\text{-}8,640 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$; coconut sap $5,000 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$; and, sweet potato $6,750\text{-}18,000 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ (Hamilton and Murphy 1988). The estimated annual ethanol yield from nipa sap in east coast of Southern Thailand of $4,550\text{-}9,100 \text{ L ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ (Tamunaidu et al.

2013) was as competitive as 5,300-6,500 L ha⁻¹ year⁻¹ estimated in sugarcane and 3,100-3,900 L ha⁻¹ year⁻¹ for corn as reported by Marris (2006). Based on earlier study, nipa sap was capable to generating 8.98% (Trisasiwi et al. 2011) to 14% (Abdullah et al. 2013) per volume of bioethanol. Therefore, the potential bioethanol which can be produced in Sungsang is shown in Table 2.

The data in Table 2 shown that the highest production of bioethanol was Plot V with 127.54 L ha⁻¹ day⁻¹, and the lowest Plot VIII with 0.12 L ha⁻¹ day⁻¹. Therefore, the average amount of bioethanol can be produced from *N. fruticans* sap in Sungsang was about 9.83-61.3 L ha⁻¹ day⁻¹. Consequently, the potential of ethanol production from nipa sap was estimated to 3,587.92-22,374.54 L ha⁻¹ year⁻¹ of ethanol from on-site. Even though the range between minimum and maximum values is quite large, these estimated values are practical and can be used for development of future nipa palm ethanol industry.

Discussion

The data shown at Figure 2 can be assumed that the proliferations of nipa, generally, were not affected by changes in the surrounding environment. It can be seen that Plot III (highest) and Plot I which had an average number of individual at high level, although at around community of nipa has turned into another land use, such as agricultural land, plantations and settlement. This demonstrates the wide ecological amplitude of the nipa palm (Giesen et al. 2006; Teo et al. 2010). Based on Jian et al. (2010), nipa palm populations collected from China, Thailand, Japan and Vietnam showed low genetic diversity. Most of the nipa palm populations were found in the more brackish mangrove forest strips, situated further inland and away from the direct exposure to pure seawater (Theerawitaya et al. 2014). Giesen et al. (2006) noted that the palm is found in mangrove areas with calm conditions and a high freshwater input. The rich natural nutrients in seawater and its soil were sufficient for the palm growth. Furthermore, external addition of organic and inorganic fertilizers did not show any significant response in terms of nipa palm growth and sap yield as reported by Bamroongruga and Purintavarakul (2006).

Furthermore, the potential estimated daily nipa sap in Sungsang of 109.46-437.86 L ha⁻¹ day⁻¹ (Table 1) was an abundant and prime raw material to be processed further into more valuable economic matter. Nipa sap has an advantage to be further processed into bioethanol. The potential estimated daily ethanol yield from nipa sap in Sungsang of 9.83-61.3 L ha⁻¹ day⁻¹ (Table 2), or to be converted in a year production as 3,587.92-22,374.54 L ha⁻¹ year⁻¹ of ethanol, is as competitive as 5,300-6,500 L ha⁻¹ year⁻¹ estimated in sugarcane and 3,100-3,900 L ha⁻¹ year⁻¹ for corn (Marris 2006).

In addition to growing nipa for its bioethanol, there are other advantages of growing nipa. Continuous productivity of nipa means no displaced labour, which is one of major problem in sugarcane ecosystem (Hamilton and Murphy 1988). Production of nipa is not interrupted by replanting and rotation (Hamilton and Murphy 1988). Other advantages are no bagasse disposal problem and nipa does

not compete with other crops for agricultural land except where total reclamation is undertaken on mangrove land (Hamilton and Murphy 1988). On the other hand, the capability of nipa shoot biomass as a potential adsorbent for removing and recovering heavy metal ions from aqueous solution was also reported (Wankasi et al. 2006; Wan Ngah and Hanafiah 2008; Okugbo et al. 2012).

From the economic viewpoint, even though tapping of nipa saps could be labor-intensive, it will create a considerable number of jobs and help generate sustainable livelihood for coastal communities (Ame et al. 2011; Tamunaidu et al. 2013). Nipa has also contributed for carbon sequestration benefit in mangroves configuration (Kuenzer and Tuan 2013). Furthermore, these palms could initiate coastal rehabilitation and restore degraded lands (Bamroongruga et al. 2008; Hashim et al. 2010; Tamunaidu et al. 2013). Additionally, fossil energy inputs such as nitrogen, phosphate and potash fertilizers, herbicides and insecticides, machinery, irrigation, electricity, diesel fuel and gasoline used in sugarcane plantations has very limited use or not necessary in terms of nipa palm management (Tamunaidu et al. 2013).

Nipa palms were found to produce high yields of sugar saps similar with other sugar crops. It was further found to be fermented to ethanol in high yields. Furthermore, the annual potential of ethanol yields from nipa sap was also as competitive as sugarcane and corn. Based on the development of its natural potential, then it is expected that deforestation and land degradation that occurs in the mangrove forest, as habitat of *N. fruticans*, can be suppressed. Therefore, ethanol produced from nipa saps may be more sustainable than conventional sugar and starch feedstock that are currently available in the market.

REFERENCES

- Abdullah MI, Chairul, Yenti SR. 2013. Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Sacharomyces cereviceae* pada Fermentor 70 Liter. Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru. [Indonesian].
- Ame RB, Ame EC, Ayson JP. 2011. Management of the nypa mangrove as a mitigating measure against resource over-utilization in Pamplona, Cagayan. *Kuroshio Sci* 5 (1): 77-85.
- Bamroongruga N, Buachum S, Purintavarakul C. 2008. Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurmb.) cultivation in salt affected paddy fields. *J Trop Plants Res* 1: 93-102.
- Bamroongruga N, Purintavarakul C. 2006. Growing nipa palm for restoration of abandoned shrimp ponds. *Wetl Sci* 4 (2): 91-95.
- British Petroleum. 2014. BP Statistical Review of World Energy June 2014. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/statistical-review-2014/BP-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report.pdf>. [22.12.2014].
- Departemen Kehutanan. 2006. Inventarisasi dan Identifikasi Mangrove Provinsi Sumatera Selatan dan Kepulauan Bangka Belitung. Buku I (Utama). PT. Multima Krida Cipta, Jakarta. [Indonesian].
- Efendi DS. 2012. Bioetanol: Kenapa Harus Nipah? *Info Tek Perkebunan* 4 (1): 1. [Indonesian].
- Everett B, Boyle G, Peake S, Ramage J. (Eds.). 2012. *Energy Systems and Sustainability: Power for a Sustainable Future*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford.
- Giesen W, Wulffraat S, Zieren M, Scholten L. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia. Part VIII: Palms, Cycads & Pandans. FAO and Wetlands International, Bangkok*.
- Hamilton LS, Murphy DH. 1988. Use and management of nipa palm (*Nypa fruticans*, Arecaceae): a review. *Econ Bot* 42 (2): 206-213.

- Hashim R, Kamali B, Tamin NM, Zakaria R. 2010. An integrated approach to coastal rehabilitation: Mangrove restoration in Sungai Haji Dorani, Malaysia. *Estuar Coast Shelf Sci* 86:118-124.
- Jian S, Ban J, Ren H, Yan H. 2010. Low genetic variation detected within the widespread mangrove species *Nypa fruticans* (Palmae) from Southeast Asia. *Aquat Bot* 92: 23-27.
- Kuenzer C, Tuan VQ. 2013. Assessing the ecosystem services value of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve: Combining earth-observation- and household-survey-based analyses. *Appl Geog* 45: 167-184.
- Kumar A, Kumar K, Kaushik N, Sharma S, Mishra S. 2010. Renewable energy in India: current status and future potentials. *Renew Sustain Energy Rev* 14 (8): 2434-2442.
- Marris E. 2006. Sugar cane and ethanol: Drink the best and drive the rest. *Nature* 444: 670-672.
- Matsui N, Bamroongrugs N, Morimune K, Miyasaka H, Okimori Y. 2011. Nipa palm: A potential alternative source for bioethanol. Research Paper 14th Mangrove National Seminar, Thailand.
- Matsui N, Okimori Y, Takahashi F, Matsumura K, Bamroongrugs N. 2014. Nipa (*Nypa fruticans* Wurm.) Sap Collection in Southern Thailand: I. Sap Production and Farm Management. *Environ Nat Resour Res* 4 (4): 75-88.
- Okugbo OT, Usunobun U, Esan A, Adegbeji JA, Oyedeji JO, Okiemien CO. 2012. A review of Nipa palm as a renewable energy source in Nigeria. *Res J Appl Sci Eng Technol* 4: 2367-2371.
- Rasco Jr ET, Ragas RG, Junio RG. 2012. Morphological and sap yield variation in Nipa (*Nypa fruticans* Wurm.). *Asia Life Sci* 21 (1): 123-132.
- Ridho RM, Sundoko A, Ulqodry TZ. 2006. Analisis perubahan luasan mangrove di Muara Sungai Banyuasin, Sungang dan Upang Provinsi Sumatera Selatan Menggunakan Citra Satelit Landsat-TM. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan dan SDA* 4 (2): 11-18. [Indonesian].
- Tamunaidu P, Matsui N, Okimori Y, Saka S. 2013. Nipa (*Nypa fruticans*) sap as a potential feedstock for ethanol production. *Biom Bioe* 52: 96-102.
- Tamunaidu P, Saka S. 2011. Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Ind Crop Prod* 34: 1423-1428.
- Tamunaidu P, Saka S. 2013. Comparative study of nutrient supplements and natural inorganic components in ethanolic fermentation of nipa sap. *J Jpn Inst Energy* 92 (2): 181-186.
- Teo S, Ang WF, Lok AFSL, Kurukulasuriya BR, Tan HTW. 2010. The Status and Distribution of The Nipah Palm, *Nypa fruticans* Wurm (Arecaceae), In Singapore. *Nat Singapore* 3: 45-52.
- Theerawitaya C, Samphumphaung T, Cha-um S, Yamada N, Takabe T. 2014. Responses of Nipa palm (*Nypa fruticans*) seedlings, a mangrove species, to salt stress in pot culture. *Flora* 209: 597-603.
- Trisasiwi W, Asnani A, Setyawati R. 2011. Optimization of bacterial doses and incubation time on bio-ethanol fermentation of nipah (*Nypa fruticans*) for biofuel energy. *J Life Sci.* 5: 1022-1029.
- Tsuji K, Ghazalli MNF, Nordin Z, Khaidizar MI, Dulloo ME, Sebastian LS. 2011. Biological and Ethnobotanical Characteristics of Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurm.): A Review. *Sains Malays* 40 (12): 1407-1412.
- U.S. EIA [United States of Energy Information Administration]. 2014. <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=ID>. [11.11.2014].
- Wan Ngah WS, Hanafiah MAKM. 2008. Removal of heavy metal from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: a Review. *Bioresour Technol* 99: 3935-3948.
- Wankasi D, Horsfall Jr. M, Spiff AI. 2006. Sorption kinetics of Pb²⁺ and Cu²⁺ ions from aqueous solution by Nipah palm (*Nypa fruticans* Wurm.) shoot biomass. *Elect J Biotechnol* 9 (5): 587-592.

Studi awal ekstraksi Batch daun *Stevia rebaudiana* dengan variabel jenis pelarut dan temperatur ekstraksi

A preliminary study of *Stevia rebaudiana* leaves batch extraction using variable type of solvents and extraction temperature

ANDY CHANDRA

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Jl. Ciumbuleuit 94, Bandung 40141, Indonesia, Telp/Fax: +62-22-2032700. Email: miancha@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 1 Desember 2014. Revisi disetujui: 16 Januari 2015.

Abstrak. Chandra A. 2015. *Studi awal ekstraksi Batch daun Stevia rebaudiana dengan variabel jenis pelarut dan temperatur ekstraksi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 114-119.* Jumlah kebutuhan akan pemanis, berdampak pada jumlah impor gula tebu yang semakin bertambah dan pemakaian pemanis sintetis yang berbahaya. Daun Stevia Rebaudiana Bertoni merupakan bahan pemanis alami yang menghasilkan pemanis dengan kelebihan tingkat kemanisan 300 kali dari gula tebu dan baik untuk kesehatan. Pembudidayaan tanaman Stevia yang relatif mudah dan produk yang aman jika dikonsumsi menjadikan Stevia sebagai pemanis alternatif dari pemanis sintesis yang bersifat karsinogenik serta dapat menyebabkan diabetes mellitus, obesitas, bahkan kanker. Di dalam daun Stevia terdapat bermacam-macam glikosida. Namun glikosida yang paling dominan dan memberikan rasa manis yaitu steviosida dan rebaudiosida-A. Tanaman Stevia dipanen pada umur 40-60 hari yaitu menjelang stadium berbunga karena pada saat ini kandungan steviosida mencapai maksimal. Beberapa manfaat Stevia yaitu memiliki nilai kalori yang rendah, tahan temperatur tinggi, dapat berfungsi menurunkan tekanan darah, tidak menyebabkan karies gigi, aman bagi bayi dan ibu hamil, dapat membunuh kuman di mulut, serta mengandung antioksidan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi padat cair secara *batch* dengan pengontakan dispersi menggunakan pelarut. Penelitian diawali dengan *pretreatment* daun Stevia yang meliputi pencucian, pengeringan, pengecilan ukuran, dan penyeragaman ukuran daun. Daun Stevia diekstraksi dengan memvariasikan jenis pelarut (metanol, etanol, dan akuadestilata) dan temperatur ekstraksi (45 °C, 50 °C, dan 55 °C). Analisa yang dilakukan yaitu kadar air, kadar abu, kadar steviosida, HPLC, dan gugus fungsi ekstrak daun Stevia (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan pelarut etanol menghasilkan perolehan ekstrak paling tinggi, namun akuadestilata menghasilkan kadar steviosida dari ekstrak paling tinggi. Semakin tinggi temperatur, maka semakin besar perolehan ekstrak yang diperoleh serta semakin tinggi kadar abu ekstrak.

Kata kunci: ekstraksi, glikosida, pemanis, *Stevia*, steviosida

Abstract. Chandra A. 2015. *A preliminary study of Stevia rebaudiana leaves batch extraction using variable type of solvents and extraction temperature. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 114-119.* Total demand for sweeteners in Indonesia leads to the increasing import of sugar cane and increasing use of artificial sweeteners. The *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves is a natural sweetener of which sweetness level exceeds 300 times more than that of sugar cane. Due to its health safe benefits and easy cultivation, *S. rebaudiana* potentially offers an alternative product for sweeteners, replacing artificial ones which have adverse health effects. Stevia leaves contain many of glycosides, predominantly stevioside and rebaudioside-A that give the sweet taste. Stevia plants are commonly harvested at 40-60 days before the flowering stage because, at this stage, stevioside reaches a maximum level. These are the benefits of Stevia, i.e., low-calorie level, high-temperature resistant, lowering blood pressure, having no dental caries, safe for infants and pregnant women, can kill germs in the mouth, and containing antioxidants. This study was conducted using solid-liquid batch extraction method by dispersion contact with solvents. It was started with pre-treatment of Stevia leaves including washing, drying, trimming, and grinding. The leaves were extracted with different types of solvent (methanol, ethanol, and aquadest) and extraction temperature (45°C, 50°C, and 55°C). Parameters measured were water content, ash content, stevioside content, HPLC analysis, and FTIR. The study showed that ethanol yielded the highest extraction result, while aquadest yielded the highest stevioside content. The higher the temperature, the greater the yield of the extract obtained, as well as the higher ash content.

Keywords: extraction, glycosides, sweeteners, *Stevia*, stevioside

PENDAHULUAN

Indonesia memproduksi gula sekitar 2,3 juta ton per tahun dan jumlah ini hanya dapat memenuhi 40% kebutuhan gula nasional (Didik 2013), sisanya dipenuhi dari impor gula maupun dengan menggunakan bahan

pemanis lainnya. Bahan pemanis alami memiliki nilai kalori tinggi dan mudah dicerna tubuh, contohnya yaitu gula dari aren, bit, madu, dan kelapa. Bahan pemanis sintesis yang banyak dikonsumsi masyarakat yaitu *saccharine*, *aspartame*, *siklamat*, *sorbitol*, *xylitol*, *sucralose*, dan *acesulfame-K* (Luqman 2007). Bahan

pemanis sintesis memiliki nilai kalori rendah dan sulit dicerna tubuh. Pemanis non-nutritif alami antara lain: *thaumantoin*, *monellin*, *miraculin*, *brazzein*, *stevioside*, *glycyrrhizic acid*, *mogroside*, dan *dihydrochalcones* (Chattopadhyaya 2007). Pemanis *Stevia* berasal dari tumbuhan dan diperoleh melalui ekstraksi daun *Stevia Rebaudiana* Bertoni, sehingga penggunaannya lebih aman. Keunggulan *Stevia* yaitu tidak menyebabkan kanker (non karsinogenik), karies gigi, dapat mencegah obesitas, menurunkan tekanan darah tinggi, dan kandungan kalori yang rendah dengan tingkat kemanisan yang jauh lebih tinggi daripada gula tebu yaitu 200-300 kali lebih manis (Raini 2011). Di dalam daun *Stevia* terdapat bermacam-macam glikosida. Namun glikosida yang paling dominan dan memberikan rasa manis yaitu steviosida atau (4α) -13- $[(2-O-\beta-D-Glucopyranosyl-\beta-D-glucopyranosyl)oxy]kaur-16-en-18-oicacid$ $\beta-D-glucopyranosyl$ ester (Sigma 2013) dan rebaudioksida-A atau (4α) -13- $[(2-O-\beta-D-glucopyranosyl-3-O-\beta-D-glucopyranosyl-\beta-D-glucopyranosyl)-oxy]kaur-6-en-8-oic acid$ $\beta-D-glucopyranosyl$ ester (Sigma 2013).

Keunggulan lain yaitu pembudidayaan *Stevia* yang mudah (dengan masa pertumbuhannya sekitar tiga hingga empat bulan hingga masa panen), serta mengandung vitamin, protein, kalsium, dan kandungan lainnya yang bermanfaat bagi tubuh. Daun *Stevia* adalah tanaman asli dari Paraguay sehingga perlu diperhatikan kesediaan bahan baku dari *Stevia* itu sendiri. Dalam penelitian ini juga diperhatikan cara penanaman dan pemeliharaan pohon *Stevia*, serta cara panen yang benar, sehingga pada akhirnya daun *Stevia* ini dapat tumbuh dan dikembangkan di Indonesia (khususnya di Bandung yang memiliki suhu udara dan kelembaban yang sesuai dengan sifat dari daun *Stevia* itu sendiri). Penelitian lebih lanjut mengenai daun *Stevia* sebagai obat luka luar bagi penderita diabetes juga memberikan hasil yang positif. Pengolahan gula *Stevia* dari daun *Stevia* memerlukan beberapa proses yang memadukan teknologi baru dengan proses tradisional. Tujuan dari pengembangan teknologi ini adalah untuk mempercepat proses pengolahan tersebut demi mendapatkan gula *Stevia* yang bersih, mengandung kadar steviosida tinggi, dan sesuai standar yang diijinkan pemerintah.

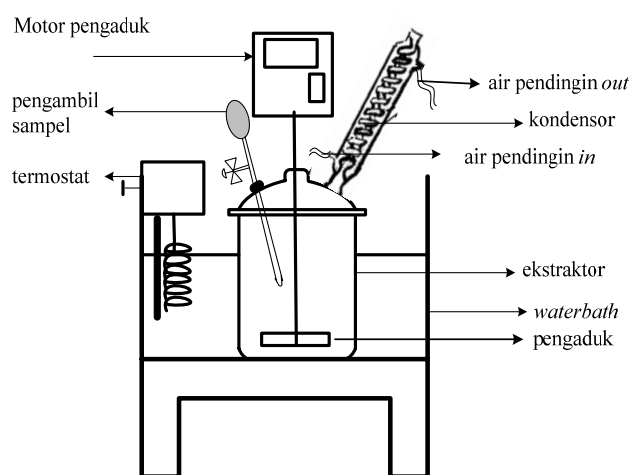
BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan baku utama dan bahan kimia untuk analisis. Bahan baku utama yang digunakan adalah daun *Stevia* yang diperoleh dari PT. Tiga Pilar Agro Utama Jakarta, dalam bentuk bibit pohon *Stevia* dan daun *Stevia* kering. Sedangkan bahan kimia untuk percobaan dan analisis yang digunakan adalah: akuadestilata, metanol 70%-v/v, etanol 70%-v/v.

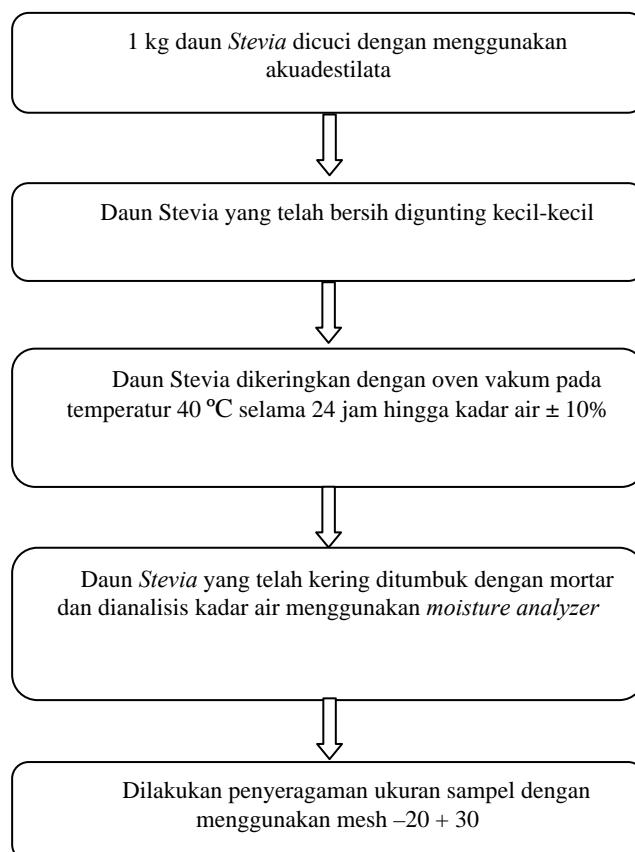
Peralatan utama yang digunakan dalam proses ekstraksi yaitu ekstraktor *batch* (Gambar 1) dengan kapasitas 2 liter, *waterbath*, kondensor, motor pengaduk, *impeller*, *thermostat*, dan termometer, dan pengambil sampel. Peralatan utama lainnya yaitu *rotary vacuum evaporator*,

oven vakum, mortar, *spray dryer*, *vacuum dryer*. Peralatan analisis yang digunakan yaitu *Fourier Transform Infrared Spectrometry* (FTIR), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), dan *moisture analyzer*.

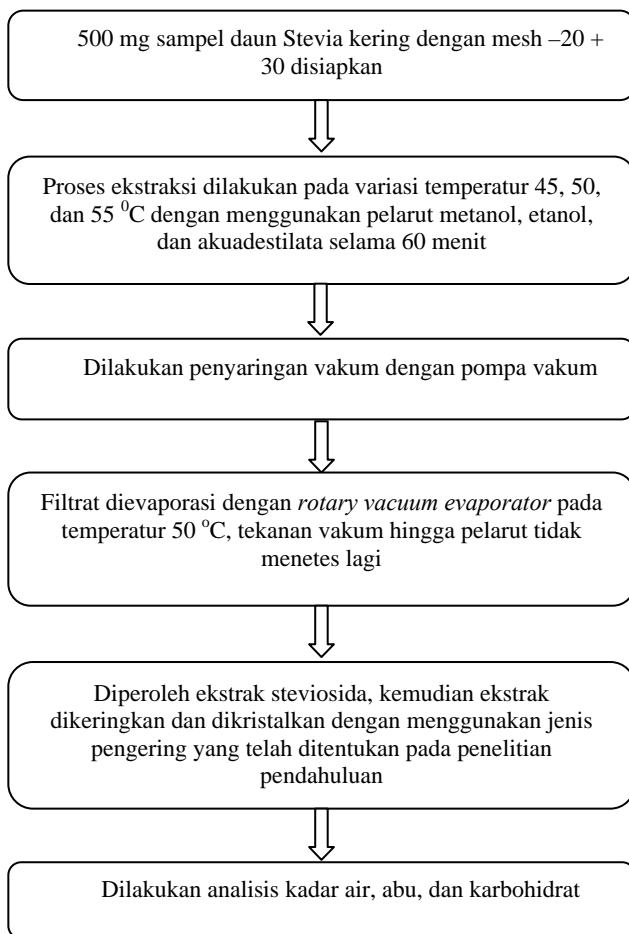
Dalam penelitian awal mengenai perbandingan umpan dengan pelarut dan waktu ekstraksi, diperoleh hasil terbaik pada perbandingan 1 : 10 dan waktu 60 menit. Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui jenis pelarut dan temperatur ekstraksi yang dapat menghasilkan produk terbaik.



Gambar 1. Ekstraktor *batch*



Gambar 2. Diagram alir persiapan sampel daun *Stevia*



Gambar 3. Diagram alir penelitian utama



Gambar 4. Daun Stevia pasca pengecilan ukuran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daun Stevia kering awal mengandung kadar air sebesar 9,80%. Setelah itu, pengecilan ukuran dilakukan dengan menggunakan *blender* kering atau dapat juga menggunakan mortar, kemudian dilakukan penyeragaman ukuran menggunakan saringan *mesh* (-20+30 *mesh*). Sebelum dilakukan pengecilan ukuran, daun Stevia dipisahkan

terlebih dahulu dari daun busuk maupun ranting.

Hasil pengeringan pada percobaan sesuai dengan Atmawinata (1986), bahwa pengeringan daun pada temperatur di atas 80 °C menghasilkan warna daun hijau kecoklatan. Perubahan warna tersebut diakibatkan terjadinya reaksi *Maillard* yaitu reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino. Kemungkinan lain yaitu terbentuknya senyawa *pheophytin* akibat reaksi antara klorofil dengan semua asam yang menguap pada waktu proses pengeringan.

Rasio umpan terhadap pelarut (F:S) yaitu 1 : 10 (b/v) dengan massa umpan sebanyak 50 g. Waktu kesetimbangan yang dicapai pada ekstraksi daun Stevia dapat ditentukan dari profil konsentrasi ekstrak terhadap waktu. Sebagai contoh: sampel sebanyak 5 ml diambil dari sistem setiap 30 menit selama 3 jam pertama dan setiap 45 menit selama 2 jam terakhir. Ekstraksi dilakukan selama 5 jam dengan menggunakan pelarut etanol pada temperatur 45 °C. Sampel diletakkan di dalam cawan petri dan dipanaskan menggunakan *hot plate* setiap 5 menit kemudian ditimbang hingga massa sampel konstan.

Ekstrak yang diperoleh kemudian dipisahkan dari rafinat dengan menggunakan saringan. Selanjutnya, pada ekstrak dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan putar 6000 rpm selama 15 menit. Pelarut diuapkan dari ekstrak dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator*, kemudian dikeringkan di dalam oven. Senyawa bukan glikosida dalam ekstrak daun Stevia yang menghasilkan warna dan dapat larut di dalam pelarut polar yaitu klorofil, alkaloid, tanin, steroid, dan flavonoid (Isdianti 2007). Larutan ekstrak berwarna coklat kehijauan karena senyawa-senyawa bukan glikosida ikut terekstrak selama proses ekstraksi ini berlangsung.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5A, pelarut etanol menghasilkan perolehan ekstrak paling tinggi. Menurut Jaroslav (2007) dalam penelitian ekstraksi daun Stevia menggunakan pelarut metanol dan air menggunakan metode ekstraksi fluida bertekanan, diperoleh bahwa metanol merupakan pelarut yang menghasilkan perolehan tertinggi. Hal ini disebabkan karena metanol mempunyai polaritas yang lebih besar daripada air, terutama pada temperatur 110°C. Puri (2012) menyatakan bahwa temperatur ekstraksi mempengaruhi pendapatan perolehan. Apabila terjadi denaturasi pada daun, maka perolehan steviosida akan menurun, terutama pada temperatur tinggi. Temperatur maksimal yang disarankan yaitu pada 70 °C. Sedangkan penelitian ini etanol memiliki polaritas yang lebih rendah, namun menghasilkan perolehan yang lebih tinggi daripada metanol maupun akuadestilata. Hal ini terjadi karena rasio matriks padatan terhadap pelarut besar, sehingga ada kemungkinan akuadestilata maupun metanol telah jenuh sebelum solut di dalam matriks padatan yang dapat dilarutkan dalam akuadestilata maupun metanol terekstrak seluruhnya. Selain itu, pada proses ekstraksi ini etanol juga dapat mengekstrak senyawa-senyawa yang semi polar (bukan glikosida) lebih banyak daripada akuadestilata dan metanol. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisa kuantitatif kadar steviosida menggunakan HPLC, bahwa pelarut etanol memberikan kadar steviosida ekstrak paling rendah.

Ekstrak yang telah dikeringkan (berupa bubuk) kemudian diukur kadar airnya menggunakan *moisture analyzer*, seperti terlihat pada Gambar 5B. Kadar air dapat mempengaruhi cita rasa, tekstur, dan masa simpan bahan. Pengeringan ekstrak juga bertujuan untuk menguapkan pelarut berbahaya seperti etanol dan metanol, mengingat bahwa etanol dan metanol merupakan senyawa yang berbahaya jika dikonsumsi. Pengeringan ekstrak ini dilakukan dengan menggunakan oven dengan temperatur 80 °C. Temperatur pengeringan ini dipilih karena berada di atas titik didih etanol (78,37°C) dan metanol (64,70°C).

Pengukuran kadar air dari produk komersial juga dilakukan dan hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 4. Kadar air pada ekstrak dengan pelarut akuadestilata relatif lebih besar daripada hasil dengan pelarut lainnya dikarenakan temperatur pengeringan yang digunakan 80°C, di bawah titik didih air. Sedangkan metanol menghasilkan ekstrak dengan kadar air terkecil, dikarenakan titik didih metanol yang paling rendah sehingga banyak pelarut metanol yang menguap pada 80°C.

Analisis kadar abu dilakukan dengan menggunakan prinsip gravimetri yaitu destruksi komponen organik sampel dengan temperatur tinggi dalam *furnace* tanpa terjadi nyala api sampai massa konstan tercapai. Pada analisa ini, sampel sebanyak 3 g dipanaskan dalam *furnace* dengan temperatur 550°C hingga massa sampel konstan. Pada Tabel 5 terlihat bahwa kadar abu setiap sampel cukup tinggi, disebabkan oleh adanya mineral-mineral, serta senyawa lain yang beragam yang terkandung di dalam daun Stevia, dan tidak adanya perlakuan pendahuluan untuk menghilangkan senyawa dan mineral tersebut. Menurut SNI, rentang kadar abu produk ekstrak daun Stevia yaitu 3-10%. Berdasarkan Gambar 5C terlihat bahwa semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka kadar abu cenderung semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka semakin tinggi perolehan atau semakin banyak senyawa dan mineral selain glikosida yang terekstrak, sehingga semakin tinggi juga kadar abu yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 6, kadar abu dari produk komersial berada di antara rentang Standar Nasional Indonesia terhadap kadar abu produk yaitu 4-10%. Steviosida merupakan salah satu senyawa glikosida yang memberikan rasa manis dalam daun Stevia selain rebaudiosida-A. Kandungan steviosida dalam daun yaitu 10%. Pengukuran kadar steviosida dalam ekstrak daun Stevia dilakukan dengan menggunakan instrumen kromatografi cair kinerja tinggi atau *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Penentuan kadar steviosida secara kuantitatif memerlukan larutan standar yaitu steviosida murni (konsentrasi = 1 ppm). Pada data kromatogram larutan standar diperoleh waktu retensi yaitu 1,10 menit dan area sebesar 4993222. Kromatogram larutan standar steviosida dan sampel dapat dilihat pada Gambar 8.

Akuadestilata memiliki polaritas yang lebih besar daripada metanol maupun etanol, sedangkan metanol memiliki polaritas yang lebih besar daripada etanol. Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa pelarut akuadestilata dan metanol menghasilkan kadar steviosida lebih tinggi daripada etanol. Hal ini sesuai dengan tingkat

kepolaran dari pelarut (Jaroslav 2007). Steviosida terekstrak paling banyak pada pelarut yang lebih polar, yaitu akuadestilata.

Tabel 1. Waktu kesetimbangan ekstraksi berbagai jenis pelarut

Temperatur (°C)	Pelarut	Waktu ekstraksi (menit)
45	Akuadestilata	150
	Metanol	90
	Etanol	60

Tabel 2. Data perolehan ekstrak daun *Stevia*

Pelarut	Temperatur (°C)	Perolehan (%)
Akuadestilata	45	26,6769
	50	28,1228
	55	28,3185
Metanol	45	28,6295
	50	30,3332
	55	31,1793
Etanol	45	28,5973
	50	31,1403
	55	36,9798

Tabel 3. Hasil pengukuran kadar air ekstrak

Pelarut	Temperatur (°C)	Kadar air (%)		Kadar air (%)
		I	II	
Akuadestilata	45	4,53	4,5	4,52
	50	4,29	4,2	4,25
	55	4,12	3,99	4,06
Metanol	45	3,52	3,49	3,51
	50	3,39	3,35	3,37
	55	3,3	3,26	3,28
Etanol	45	4,16	4,1	4,13
	50	3,99	3,69	3,84
	55	3,47	3,45	3,46

Tabel 4. Hasil pengukuran kadar air produk komersial

Produk	Kadar air (%)		Kadar air (%)
	I	II	
<i>Sugarleaf</i>	4,92	4,91	4,92
<i>Sweet Stevio</i>	5,08	5,11	5,10
<i>Alergon</i>	5,51	5,42	5,47

Tabel 5. Hasil pengukuran kadar abu

Pelarut	Temperatur (°C)	Kadar abu (%)
Akuadestilata	45	30,2705
	50	33,4021
	55	34,0641
Metanol	45	32,8198
	50	33,0535
	55	33,9682
Etanol	45	30,0386
	50	30,9438
	55	32,2048

Tabel 6. Hasil pengukuran kadar abu produk komersial

Produk	Kadar abu (%)
<i>Sugarleaf</i>	7,8856
<i>Sweet Stevio</i>	5,7737
Alergon	2,4989

Tabel 7. Hasil analisa sampel menggunakan HPLC

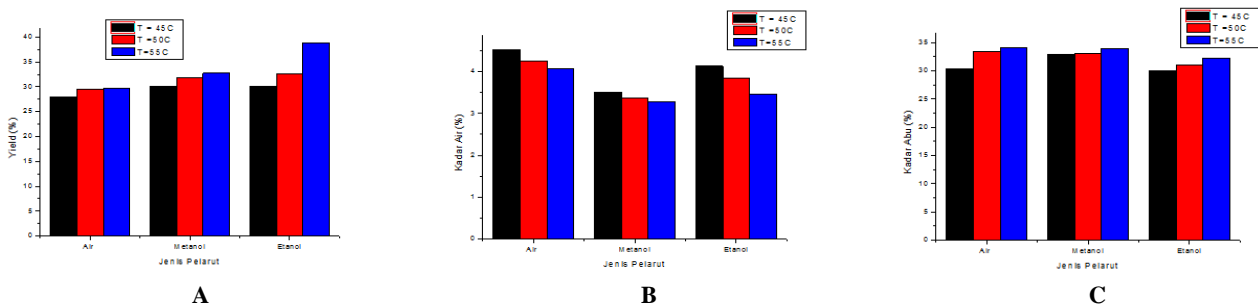
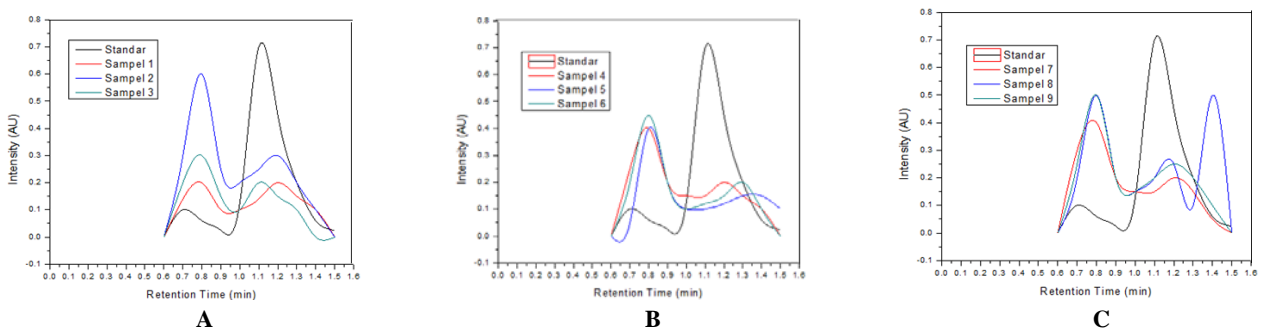
Jenis Pelarut	Temperatur (°C)	Sampel	Waktu Retensi (min)	Area	Konsentrasi Steviosida (%)
Akuadestilata	45	1	1,18	1794295	1,221
	50	2	1,17	1955237	0,941
	55	3	1,18	1943791	1,237
Etanol	45	4	1,18	1624874	0,893
	50	5	1,17	460800	0,393
	55	6	1,11	285151	0,201
Metanol	45	7	1,18	1544466	1,038
	50	8	1,17	1716730	0,975
	55	9	1,17	1698097	1,041

Tabel 8. Gugus fungsi standar Steviosida (Tambe 2010)

Wave number (cm ⁻¹)	Vibrations
1011,48	<i>Carboxylic acid, esters</i>
1380,78	<i>O-H bending</i>
1658,48	<i>>C=O</i>
1859,04	<i>Lactone ring</i>
2852,1	<i>C-H stretching</i>
2916,81	<i>C=C-H, some unsaturation</i>
3556,2	<i>O-H stretching</i>

Tabel 9. Perbandingan kondisi temperatur pengeringan 80 °C dengan 110 °C

Variabel	Temperatur Pengeringan (°C)	
	80	110
Kadar Air (%)	4,06	2,54
Kadar Abu (%)	34,0641	34,5270
Kadar Steviosida	0,1237	0,1143
Perolehan (%)	29,7093	30,0736

**Gambar 5.** Hasil pengukuran: A. perolehan ekstraksi daun Stevia, B. kadar air, C. kadar abu**Gambar 6.** Kromatogram standar dan sampel 1-3 (A); kromatogram standar dan sampel 4-6 (B); kromatogram standar dan sampel 7-9 (C)

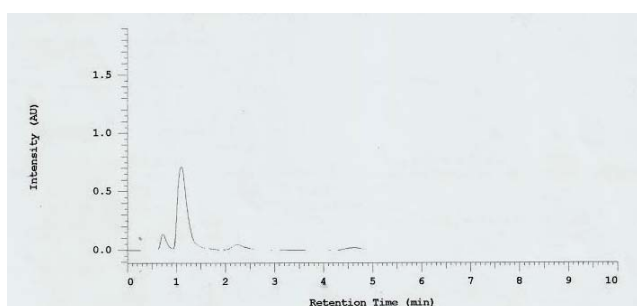
Pengukuran kadar steviosida, dilakukan dengan menggunakan HPLC. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 7. Kadar steviosida tertinggi didapatkan pada pelarut akuadestilata dengan temperatur 55°C sebesar 1,237%. Menurut Jaitak (2009) proses ekstraksi menggunakan *microwave-assisted extraction* memberi kadar stevioside 8,46%, *ultrasound* 4,20%, metode soxhlet 6,54%. Sedangkan *pressurized hot water extraction* memberi kadar 4,7% (Jaroslav 2007). Kadar stevioside yang lebih kecil terjadi karena masih banyaknya

pengotor yang terdapat di daun tidak adanya proses pemisahan terlebih dulu dari pengotor-pengotor tersebut.

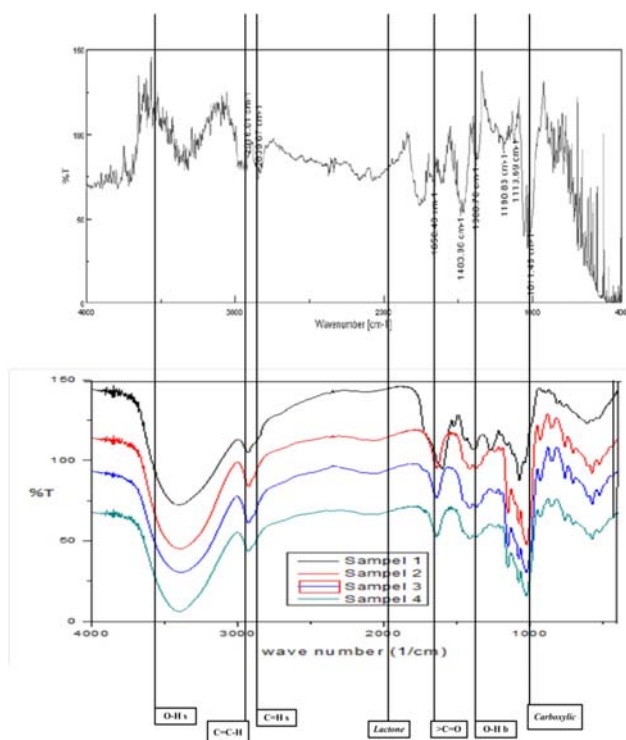
FTIR dapat digunakan untuk menganalisa adanya gugus fungsi dalam suatu sampel baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Pada penelitian ini digunakan sampel hasil ekstraksi menggunakan akuadestilata dengan temperatur ekstraksi 55°C (sampel 1) serta beberapa produk ekstrak daun Stevia komersial. Tujuan analisa kualitatif menggunakan FTIR adalah untuk mengetahui berapa banyak bahan aditif atau pengotor di dalam sampel, selain

juga menunjukkan gugus karbon yang terdapat pada Stevia (Tabel 8). Pada analisa standar steviosida menggunakan FTIR, sampel standar dicampur dengan kalium bromida dengan rasio 1:100 (Tambe et al. 2010). Pada analisa sampel menggunakan FTIR, sampel juga dicampur dengan kalium bromida dengan rasio 1:100 dalam bentuk pelet.

Hasil analisa gugus fungsi menggunakan FTIR secara kualitatif dari keempat sampel dapat dilihat bahwa produk komersial yaitu Alergon (sampel 4) mengandung gugus fungsi paling banyak, sehingga dapat diperkirakan sampel 4 mengandung komponen lain (selain steviosida) yang lebih banyak daripada yang lainnya.



Gambar 7. Kromatogram larutan standar steviosida



Gambar 8. Hasil analisa FTIR standar Steviosida dan sampel 1-4

Pada penelitian utama dilakukan pengeringan ekstrak dengan temperatur di atas titik didih etanol dan metanol (untuk menguapkan kedua pelarut tersebut), namun berada di bawah titik didih air. Pada penelitian tambahan ini dilakukan pengeringan ekstrak pada temperatur di atas titik didih air yaitu 110 °C. Hasil ekstraksi dengan pelarut akuadestilata pada temperatur ekstraksi 55 °C dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 110 °C. Temperatur pengeringan ekstrak yang lebih tinggi akan membutuhkan waktu pengeringan yang lebih singkat daripada temperatur pengeringan yang lebih rendah. Temperatur pengeringan ekstrak yang lebih tinggi dapat menguapkan pelarut lebih banyak, sehingga pada temperatur pengeringan 110 °C menghasilkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan 80 °C. Sedangkan beda temperatur pengeringan terhadap kadar abu, kadar Steviosida maupun perolehan, tidak berbeda secara signifikan. Hal ini dikarenakan temperatur pengeringan tidak mempengaruhi lagi hasil ekstraksi yang telah setimbang. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, seperti: semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka semakin tinggi perolehan yang dihasilkan. Ekstraksi menggunakan pelarut etanol menghasilkan perolehan paling tinggi namun memberikan kadar Steviosida paling rendah. Hal ini akan berbanding terbalik dengan pelarut akuadestilata. Semakin tinggi temperatur ekstraksi, maka semakin rendah kadar air ekstrak dan semakin besar kadar abu ekstrak yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmawinata, Pudjosunarjo RS. 1986. Perubahan kadar steviosida dalam daun Stevia selama pengolahan. Menara Perkebunan 54 (3): 64-67.
- Chattopadhyaya D. 2007. *Stevia*: Prospect as an Emerging Natural Sweetener. Veena Sharma International Food Division, New Delhi, India.
- Didik K. 2013. Produksi gula nasional diprediksi turun 20 persen. <http://www.antaranews.com/berita/397162/produksi-gula-nasional-diprediksi-turun-sampai-20-persen> [25 Oktober 2013].
- Isdianti F. 2007. Penjernihan Ekstrak Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) dengan Ultrafiltrasi Aliran Silang. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jaitak V, Bandna, Bikram S, Kaul VK. 2009. An efficient Microwave-assisted extraction process of Stevioside and Rebaudioside-A from *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Phytochem Annal* 2009; 20: 240-245.
- Jaroslav P, Elena VO, Pavel K., et al. 2007. Comparison of two different solvents employed for pressurised fluid extraction of stevioside from *Stevia rebaudiana*: methanol versus water. *Anal Bioanal Chem* 388: 1847-1857
- Luqman B. 2007. Pembuatan gula non karsinogenik non kalori dari daun Stevia. [Tesis]. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Puri M, Deppika S, Colin JB, Tiwary AK. 2012. Optimisation of novel method for the extraction of steviosides from *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chem* 132: 1113-1120.
- Raini M, Isnawati A. 2011. Khasiat dan keamanan Stevia sebagai pemanis pengganti gula. *Media Litbang Kesehatan* 21 (4): 145- 156.
- Sigma [Sigma Aldrich]. 2013. Stevioside analytical standard. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/fluka/50956?lang=en®ion=ID> [7 November 2013].
- Sigma [Sigma Aldrich]. 2013. Rebaudioside A. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/01432?lang=en®ion=ID> [7 November 2013].
- Tropical Plant Database. 2013. Database file for *Stevia rebaudiana*. <http://www.rain-tree.com/plants.htm> [4 November 2013].

Prospek *Eucalyptus citriodora* sebagai minyak atsiri potensial

Prospects of *Eucalyptus citriodora* as essential oils potentially

ZULNELY, GUSMAILINA[✉], EVI KUSMIATI

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Badan Litbang Kehutanan, Jalan Gunung Batu No. 5. Bogor 16164, Jawa Barat.
Tel./Fax.: +62-251-8633378; 8633413. ✉email: gsmlina@gmail.com

Manuskrip diterima: 2 Desember 2014. Revisi disetujui: 13 Januari 2015.

Abstrak. Zulnely, Gusmailina, Kusmiati E. 2015. Prospek *Eucalyptus citriodora* sebagai minyak atsiri potensial. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 120-126*. Minyak atsiri disebut juga dengan *essential oils*, *etherial oils*, atau *volatile oils* yang mudah menguap, sering digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai industri, misalnya industri parfum, kosmetika, farmasi, bahan penyedap (flavoring agent) dalam industri makanan dan minuman. Kebutuhan minyak atsiri dalam negeri cukup besar baik dari volume maupun jenisnya, karena kebutuhan industri juga makin pesat dan berkembang. Dewasa ini minyak atsiri banyak dimanfaatkan untuk aromaterapi, SPA dan lain sebagainya. Dari segi kebutuhan untuk ekspor masih akan meningkat terus sehingga peluang pengembangan minyak atsiri baik yang telah berkembang maupun minyak atsiri baru masih terbuka luas. Peluang pasar minyak atsiri dalam maupun luar negeri sangat besar. Salah satu minyak atsiri yang berpotensi untuk dikembangkan adalah *Eucalyptus citriodora*. Tumbuhan ini berasal dari Australia, dan sekarang ditemukan tumbuh hampir di seluruh daerah tropis dunia termasuk Indonesia, namun di Indonesia belum terdengar ada perkebunan atau hutan tanaman *E. citriodora* ini. Hal ini mungkin disebabkan karena belum banyak yang mengenalnya. Tulisan ini menyajikan hasil penelitian awal tentang penyulingan *E. citriodora* berikut analisis minyak atsirinya. Rendemen minyak atsiri yang diperoleh berkisar antara 1,1 sampai 2,4%. Minyak atsiri beraroma wangi, menenangkan, menyenangkan dan lembut. Rata-rata bilangan ester 8,00, Indeks bias berkisar antara: 1,3990-1,4506; dan bilangan asam berkisar antara 2,25-2,93. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa 53% dari 30 komponen yang terkandung adalah 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl), merupakan senyawa organik dengan rumus C_6H_8 , tergolong terpenoid. Dari hasil penelitian awal ini dapat disimpulkan bahwa bagian *E. citriodora* yang berpotensi sebagai sumber atsiri adalah daun dan sedikit ranting, hasil analisis kandungan berpotensi sebagai parfum, bahan farmasi, dan penolak serangga.

Kata kunci: *Eucalyptus citriodora*, minyak atsiri, potensi, analisis

Abstract. Zulnely, Gusmailina, Kusmiati E. 2015. Prospects of *Eucalyptus citriodora* as essential oil. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 120-126*. Essential oils also called as ethereal or volatile oils, are often used as raw materials in various industries, such as perfume industry, cosmetics, pharmaceuticals, a flavoring agent in food and beverage industry. The local demand for essential oils is relatively high, both in volume and type of the oils, as the related industry is growing rapidly. Today, essential oils are utilized a lot for aromatherapy, SPA and so on. Regarding the growing demand, the export volume will increase, thus opening opportunity of developing essential oils production, especially new type ones. Market opportunities of essential oils within and outside the country is largely open. *Eucalyptus citriodora* has great potential to be produced as economically important essential oils. This plant originally grows in Australia and recently is found growing in almost all tropical regions of the world including Indonesia. Yet, there is no record of the commercial plantation of the plant in Indonesia, probably because the public is generally not aware of the plant's potential as sources of essential oils. This paper presents results of preliminary studies on the distillation and analysis of *E. citriodora* for essential oil. Essential oils obtained from the distillation ranged from 1.1 to 2.4%. The oils scent is soothing, pleasant and soft. The average number of the ester is 8.00, refractive index ranges from 1.3990 to 1.4506; and acid number ranges from 2.25 to 2.93. Results of GC-MS analysis showed that 53% of the 30 components contained is 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl), a terpenoid compound with the formula C_6H_8 . The potential source of the oils are the leaves and little twigs. Results from the content analysis showed the plant's potential as a perfume scent, pharmaceutical ingredients, and insect repellent.

Keywords: *Eucalyptus citriodora*, essential oils, potential, analysis

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan biodiversitas tinggi yang menyimpan berbagai jenis minyak atsiri yang kemudian banyak dikembangkan dan menjadi komoditas khas Indonesia. Seorang pakar aromaterapi bahkan menyatakan bahwa di Indonesia terdapat 900 jenis tanaman

potensial sebagai penghasil atsiri. Oleh karena itu, tidak tertutup kemungkinan masih banyak jenis atsiri baru khas Indonesia yang bisa digali dan dikomersilkan. Dari 150 jenis minyak atsiri yang selama ini diperdagangkan di pasar internasional, 40 jenis diantaranya dapat diproduksi di Indonesia. Di Indonesia jenis minyak atsiri dikategorikan menjadi 3 kondisi yaitu sudah berkembang, sedang

berkembang dan potensial dikembangkan. Tanaman penghasil minyak atsiri yang sudah berkembang seperti nilam, akar wangi, seraiwangi dan kenanga yang pengembangannya diarahkan pada peningkatan volume produksi dan mutunya dengan menggunakan benih unggul dan cara pengolahan (penanganan bahan tanaman dan penyulingan) yang tepat. Selain itu dukungan teknologi budidaya yang direkomendasikan dengan SOP dan efisiensi usahatani yang tepat akan meningkatkan usahatani minyak atsiri yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing minyak atsiri Indonesia di pasaran dunia (Lutony dan Rahmayati 1994).

Eucalyptus citriodora merupakan salah satu jenis yang berpotensi untuk dikembangkan. Tumbuhan ini berasal dari Australia, merupakan salah satu pohon kayu putih paling populer yang tumbuh hampir di seluruh Australia (Small 2000), dan sekarang ditemukan tumbuh hampir di seluruh daerah tropis dunia termasuk Indonesia, namun di Indonesia belum terdengar ada perkebunan atau hutan tanaman khusus untuk penanaman *E. citriodora* ini. Hal ini mungkin disebabkan karena belum banyak yang mengenal jenis pohon ini. Tulisan ini menyajikan hasil penelitian awal tentang penyulingan *E. citriodora* berikut analisis minyak atsirinya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan peralatan

Bahan yang digunakan adalah daun dan ranting *Eucalyptus citriodora* yang diambil dari pekarangan sekitar kantor Pustekolah (Gambar 1). Peralatan pokok yang digunakan adalah sepeangkat alat suling kapasitas 2 kg bahan kering. Ketel suling berbentuk silinder yang terbuat dari stainless steel untuk menghindari terjadinya reaksi antara minyak atsiri dengan logam. Pada bagian atas ketel terdapat lubang yang dihubungkan dengan pipa yang akan mengalirkan uap dan minyak atsiri yang dilengkapi dengan pendingin. Proses penyulingan menggunakan kompor berbahan bakar gas (Gambar 2). Untuk mengukur kadar air bahan baku digunakan alat Aufhauser. Selain itu digunakan juga beberapa alat kaca/gelas untuk melakukan beberapa pengujian.



Gambar 1. Pohon *Eucalyptus citriodora*

Prosedur kerja

Persiapan bahan baku

Bagian tanaman yang akan disuling adalah daun dan ranting. Sebelum disuling dikeringkan terlebih dahulu hingga mengandung kadar air sekitar 12-15 %, lalu dicacah/dirajang hingga berukuran 2-5 cm.

Penyulingan

Teknik penyulingan yang dipakai adalah sistem kukus, prinsip penyulingan cara ini dengan menggunakan tekanan uap rendah (Gambar 2). Bahan yang disuling tidak berhubungan langsung dengan air. Bahan diletakkan diatas piringan yang terbuat dari plat seng yang dilubangi. Setelah air mendidih uap air akan keluar melalui lubang dan mengalir melalui sela-sela bahan. Bersama uap air akan ikut terbawa minyak atsiri *E. citriodora* yang terkandung pada bahan. Uap mengalir ke pipa yang dilengkapi dengan pendingin sehingga akan terkondensasi menjadi air dan minyak. Karena perbedaan berat jenis, air akan terpisah dari minyak. Kemudian air dan minyak dipisahkan lalu dihitung volumenya (Gusmailina et al. 2005). Komponen bahan yang diuji adalah: daun, dan campuran daun dan ranting dengan waktu penyulingan selama 6 jam.

Analisis dan sifat fisiko kimia minyak atsiri *E. citriodora*

Kadar air bahan ditetapkan sebelum bahan disuling dengan menggunakan Aufhauser (Chon dan Ta'minuddin 1978). Penetapan sifat fisiko kimia antara lain Indeks bias, Bilangan asam, bilangan ester. Untuk mengetahui komponen yang terkandung pada minyak atsiri *E. citriodora*, dianalisis dengan metode GC-MS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen minyak atsiri *E. citriodora*

Penyulingan daun maupun campuran daun dan ranting *Eucalyptus citriodora* menghasilkan minyak atsiri berwarna kuning muda, bening, cerah dan memiliki aroma yang wangi. Rendemen minyak atsiri *E. citriodora* hasil



Gambar 2. Alat suling sistem kukus

penyulingan yang tertinggi diperoleh berasal dari daun yaitu mencapai 2,85% per berat kering oven, yang terendah diperoleh dari cabang dan ranting masing-masing 0,1 dan 0,21%. Dengan demikian diketahui bahwa potensi minyak atsiri atsiri *E. citriodora* terbanyak hanya berasal dari daun. dilihat Rendemen minyak atsiri *E. citriodora* ditunjukkan pada Tabel 1.

Pada penelitian ini penyulingan khusus daun dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan diantara bagian tanaman tersebut. Pada kenyataan, dalam proses penyulingan daun dan ranting sering tercampur. Hasil penyulingan menunjukkan sedikit perbedaan antara daun dan campuran daun dan ranting, namun tidak berbeda jauh. Jika dibandingkan dengan rendemen hasil penelitian minyak atsiri *Eucalyptus urophylla* yang dilakukan oleh Damanik (2009), yang menghasilkan rendemen minyak atsiri lebih rendah yaitu rata-rata perolehan minyak atsiri asal daun hanya berkisar antara 0,15% sampai 0,19%. Demikian juga apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Sasmuko (2011), menghasilkan rendemen minyak atsiri yang lebih rendah juga yaitu rata-rata rendemen minyak atsiri dari 3 jenis *Eucalyptus* berkisar antara 0,043% (*E. pellita*) sampai 0,161% (*E. grandis*), sementara rendemen minyak atsiri *E. urophylla* sebesar 0,143%. Dengan demikian *E. citriodora* merupakan spesies *Eucalyptus* yang paling banyak menghasilkan rendemen minyak atsiri.

Sifat fisiko kimia

Sifat fisiko kimia minyak atsiri *E. citriodora* yang ditetapkan antara lain Indek bias, bilangan asam, dan bilangan ester, hal ini terbatas karena perolehan minyak atsiri yang sedikit sehingga sifat fisiko kimia lainnya belum dapat disajikan, karena penelitian masih terus berlangsung baik penyulingan maupun penetapan sifat-sifat minyak atsiri yang lainnya. Sifat fisiko kimia yang terukur dapat dilihat pada Tabel 2.

Indeks bias adalah perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dan di dalam minyak atsiri yang dihasilkan. Semakin banyak kandungan airnya, semakin kecil nilai indeks biasanya. Indek bias minyak atsiri *E. citriodora* berkisar antara 1,3990 (minyak atsiri dari campuran ranting dan daun) sampai 1,4506 (minyak atsiri asal daun). Bilangan asam menunjukkan semakin banyak minyak atsiri kontak dengan udara, semakin banyak senyawa asam yang terbentuk. Proses oksidasi juga dapat disebabkan oleh tekanan dan temperatur yang tinggi saat proses menghasilkan minyak atsiri. Sedangkan bilangan ester merupakan parameter penentuan yang menandakan bahwa minyak atsiri tersebut mempunyai aroma yang baik. Semakin tinggi bilangan ester semakin baik dan aroma minyak atsiri tersebut. Hingga sekarang standar minyak atsiri *E. citriodora* belum ada, sehingga dalam hal ini sebagai pembanding digunakan standar minyak atsiri nilam dari BSN (2006) dan Essential Oils Association (EOA; 2006), yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri *E. citriodora* yang diperoleh termasuk ke dalam standar SNI maupun EOA. Namun belum semua parameter dapat disajikan, karena penelitian masih berlanjut.

Analisis komponen minyak atsiri *E. citriodora* dengan GC-MS

Analisis komponen minyak atsiri merupakan masalah yang cukup rumit karena minyak atsiri mengandung campuran senyawa dan sifatnya yang mudah menguap pada suhu kamar. Setelah ditemukannya kromatografi gas (GC), kendala dalam analisis komponen minyak atsiri mulai dapat diatasi. Pada penggunaan GC, efek penguapan dapat dihindari bahkan dihilangkan sama sekali. Perkembangan teknologi instrumentasi yang pesat akhirnya dapat menghasilkan suatu alat yang merupakan gabungan dua sistem dengan prinsip dasar yang berbeda satu sama lain tetapi saling melengkapi, yaitu gabungan antara kromatografi gas dan spectrometer massa. Kromatografi gas berfungsi sebagai alat pemisah berbagai campuran komponen dalam sampel sedangkan spectrometer massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing komponen yang telah dipisahkan pada kromatografi gas (Agusta 2000). Pada Gambar 3 dan 4, masing-masing dapat dilihat chromatogram minyak atsiri daun *E. citriodora* dan minyak atsiri dari campuran daun dan ranting.

Umumnya perbedaan komposisi minyak atsiri disebabkan perbedaan jenis tanaman penghasil, kondisi iklim, tanah tempat tumbuh, umur panen, metode ekstraksi yang digunakan dan cara penyimpanan minyak atsiri. Minyak atsiri biasanya terdiri dari berbagai campuran persenyawaan kimia yang terbentuk dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Pada umumnya komponen kimia minyak atsiri dibagi menjadi dua golongan yaitu: (i) hidrokarbon, yang terutama terdiri dari persenyawaan terpen dan (ii) hidrokarbon teroksigenasi. *Golongan hidrokarbon*: Persenyawaan yang termasuk golongan ini terbentuk dari unsur karbon (C) dan hidrogen (H). Jenis hidrokarbon yang terdapat dalam minyak atsiri sebagian besar terdiri dari monoterpen (2 unit isopren), sesquiterpen (3 unit isopren), diterpen (4 unit isopren) dan politerpen. *Golongan hidrokarbon teroksigenasi*: Komponen kimia dari golongan persenyawaan ini terbentuk dari unsure karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Persenyawaan yang termasuk dalam golongan ini adalah persenyawaan alkohol, aldehid, keton, ester, eter, dan fenol. Ikatan karbon yang terdapat dalam molekulnya dapat terdiri dari ikatan tunggal, ikatan rangkap dua, dan ikatan rangkap tiga. Terpen mengandung ikatan tunggal dan ikatan rangkap dua. Senyawa terpen memiliki aroma kurang wangi, sukar larut dalam alkohol encer dan jika disimpan dalam waktu lama akan membentuk resin. Golongan hidrokarbon teroksigenasi merupakan senyawa yang penting dalam minyak atsiri karena umumnya aroma yang lebih wangi. Fraksi terpen perlu dipisahkan untuk tujuan tertentu, misalnya untuk pembuatan parfum, sehingga didapatkan minyak atsiri yang bebas terpen (Ketaren 1985).

Analisis awal dengan GC-MS ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan komponen yang terkandung antara minyak atsiri yang diperoleh dari daun dan minyak atsiri yang diperoleh dari campuran daun dan ranting. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan komponen yang terkandung antara minyak atsiri yang berasal dari daun maupun ranting. Oleh

karena itu untuk penyulingan *E. citriodora* selanjutnya campuran daun dan ranting dapat disarankan, namun tidak disarankan untuk bagian cabang saja, karena minyak atsiri tidak akan diperoleh. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa teridentifikasi 33 komponen yang terkandung pada minyak atsiri yang berasal dari daun *E. citriodora*, sedangkan pada minyak atsiri campuran daun dan ranting teridentifikasi 32 komponen. Komponen 1,4-cyclohexadiene, merupakan komponen tertinggi dengan menempati luas area 53,21%, baik yang berasal dari minyak atsiri daun maupun campuran daun dan ranting. Komponen ini merupakan komponen penciri dari minyak atsiri eucalyptus pada umumnya. 10 komponen yang mendominasi minyak atsiri *E. citriodora* yang teridentifikasi dari minyak atsiri baik yang diperoleh dari daun maupun campuran daun dan ranting dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil analisis Komponen yang mendominasi antara minyak atsiri asal daun dan campuran daun dan ranting tidak begitu berbeda, hanya persen relatif yang membedakannya. Ada satu komponen yang berbeda dari masing-masing bagian yaitu komponen cadinene pada daun dan terpinenyl acetate pada bagian daun dan ranting. Namun demikian hasil ini merupakan hasil awal, karena masih dilakukan penelaahan dan pendalaman selanjutnya, karena penelitian masih berlanjut. Komponen cyclohexadiene merupakan komponen penciri dari unsur aromatik, yang biasa digunakan sebagai campuran dalam industri parfum. Demikian juga dengan benzene, merupakan komponen yang selalu ditemukan dalam atsiri dan aromatik.

Jika dibandingkan dengan hasil analisis yang dilakukan oleh Keville (1995) pada Tabel 5, bahwa terlihat komponen yang terkandung yang diperoleh sudah dikelompokkan ke dalam beberapa golongan antara lain: *monoterpenes*, *sesquiterpen*, *monoterpenols*, *aldehydes*, *oxides* dan *phenols*. Disebutkan juga bahwa berdasarkan kandungan yang ada maka minyak atsiri *E. citriodora* ini sangat berpotensi digunakan untuk pengobatan dan bahan baku



Gambar 3. Minyak atsiri *Eucalyptus citriodora*

Tabel 1. Rata-rata Rendemen minyak *Eucalyptus citriodora*

Bagian tanaman yang disuling	Rendemen minyak, %
Daun	2,85
Cabang	0,01
Ranting	0,2
Daun dan ranting	2,46

Tabel 2. Analisis beberapa sifat fisiko kimia minyak *Eucalyptus citriodora*

Sifat fisiko kimia	Daun <i>E. citriodora</i>	Daun dan ranting <i>E. citriodora</i>
Indek bias	1,4506	1,3990
Bilangan asam	2,25	2,93
Bilangan ester	8,00	8,00

Tabel 3. Karakteristik minyak atsiri *E. citriodora* dan perbandingannya dengan minyak nilam berdasarkan Standar Nasional Indonesia dan Essential Oil Association

Karakteristik	Minyak atsiri <i>E. citriodora</i>	SNI *)	EOA *)
Bobot jenis		0,943-0,983 (pada 25°C)	0,950-0,975 (pada 20°C)
Indeks bias, 25°C		1,506-1,516 (pada 20°C)	1,570-1,515 (pada 25°C)
Daun	1,4506		
Daun + Ranting	1,3990		
Putaran optic		(-47°) – (-66°)	(-48°) – (- 65°)
Bilangan asam, %		Maksimum 5	Maksimum 5
Daun	2,25		
Ranting	2,93		
Bilangan ester, %		Maksimum 10	Maksimum 20
Daun	8,00		
Daun + Ranting	8,00		
Kelarutan dalam alkohol 90%		Larut jernih atau opalesensi ringan dalam perbandingan volume 1 s/d 10 (1:10)	Larut jernih dalam perbandingan 1: 10
Warna	Kuning muda, cerah	Kuning muda sampai coklat	

Keterangan: *) SNI 06-2385-2006 (BSN 2006); EOA (2006)

industri. Dalam hal pengobatan minyak atsiri *E. citriodora* digunakan sebagai inhalansia untuk meringankan pilek dan gejala flu, selain sebagai antiseptik dan atau anti bakteri. Minyak *E. citriodora* memiliki aroma yang menyegarkan sehingga banyak digunakan selain sebagai bahan baku parfum, juga digunakan dalam terapi Spa (Whitman and Ghazizadeh 1994). Beberapa informasi menyebutkan berdasarkan komponen yang tergantung pada minyak atsiri eucalyptus pada umumnya bermanfaat untuk kesehatan (Banerjee dan Bellare 2001). Minyak atsiri eucalyptus dapat digunakan untuk pengobatan herbal yang bermanfaat untuk mengobati rasa sesak di dada karena pilek atau asma, dengan cara mengoleskan pada dada untuk melonggarkan dada yang terasa sesak. Mengobati sinus dengan minyak atsiri eucalyptus dengan menghirup uap air hangat yang sebelumnya telah ditetaskan beberapa tetes minyak atsiri eucalyptus ke dalamnya. Mengobati hidung tersumbat dengan cara menghirup aroma minyak atsiri eucalyptus (Dornisch et al. 2000). Minyak atsiri eucalyptus juga bisa digunakan untuk melindungi kulit dari sinar matahari dengan caranya menambahkan beberapa tetes minyak atsiri eucalyptus ke dalam krim tabir surya yang memiliki SPF rendah.

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil penelitian Keville (1995), 68,36% terdiri dari komponen citronelal, kemudian komponen isopulegol sebesar 10,14% yang termasuk golongan monoterpenols. Berdasarkan analisis awal dapat dikemukakan bahwa *E. citriodora* sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Prospek pengembangan ke depan sebagai hutan tanaman sangatlah berpeluang, karena selain sebagai upaya reforestasi lahan juga daunnya secara berkala dapat dipanen (dipangkas) untuk pemanfaatan sebagai bahan baku obat dan industri. Jenis ini juga cocok dikembangkan sebagai komoditi untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar hutan.

Menurut Guenther (1948), mengemukakan bahwa minyak atsiri eucalyptus yang ditemukan dalam perdagangan dewasa ini dapat digolongkan menjadi tiga golongan utama yaitu golongan minyak medisinal, industri dan golongan minyak parfum. Hingga terakhir ini minyak atsiri eucalyptus komersil diproduksi menurut spesiesnya. Namun karena persyaratan minyak atsiri dalam perdagangan harus mengandung minimum 70% sineol, maka para pedagang biasanya mencampur berbagai spesies minyak atsiri tersebut. Minyak atsiri eucalyptus yang kaya akan sineol umumnya dijual dalam pertokoan untuk tujuan penggunaan dalam negeri. Minyak atsiri ini digunakan untuk parfum, penolak serangga, obat-obatan, disinfektan dan lain-lain (Zhu et al. 2006). Minyak atsiri eucalyptus yang kaya akan sineol umumnya dijual dalam pertokoan untuk tujuan penggunaan dalam negeri. Minyak atsiri ini digunakan untuk parfum, penolak serangga, obat-obatan, disinfektan dan lain-lain (Erler et al. 2006).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat 32 komponen yang terkandung pada minyak atsiri *E. citriodora* (asal daun dan ranting), 10 komponen yang mendominasi antara lain: cyclohexadiene (49,65%); benzene (18,58%); cyclohexen (8,36%); caryophyllene (2,54%); bycyclogermacrene (2,39%); cyclopropazulene (2,32%); globulol (1,75%); allyl-6-methoxyphenol

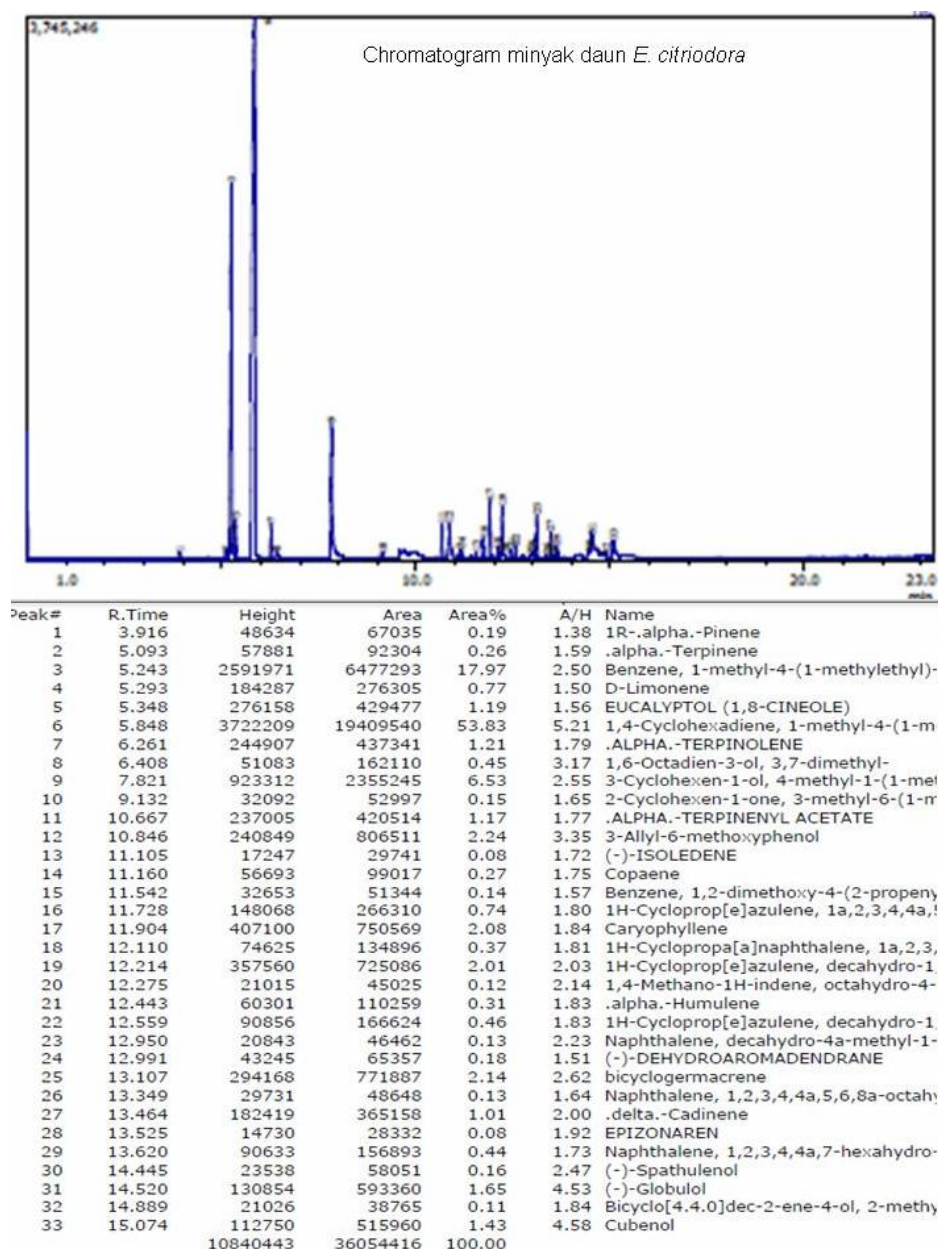
(1,71%); cubenol (170%); terpinenyl acetate (1,45%). Terdapat 33 komponen yang terkandung pada minyak atsiri *E. citriodora* (asal daun), 10 komponen yang mendominasi antara lain: cyclohexadiene (53,83%); benzene (17,97%); cyclohexen (6,53%); allyl-6-methoxyphenol (2,24%); bycyclogermacrene (2,14%); caryophyllene (2,08%); cyclopropazulene (2,01%); globulol (1,65%); cubenol (1,43%); dan cadinene (1,01%). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa jenis *Eucalyptus citriodora* sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Prospek pengembangan ke depan sebagai hutan tanaman sangatlah berpeluang, karena selain sebagai upaya reforestasi lahan juga daunnya secara berkala dapat dipanen (dipangkas) untuk pemanfaatan sebagai bahan baku obat dan industri.

Tabel 4. 10 Komponen yang mendominasi minyak atsiri *E. citriodora*

Komponen minyak atsiri asal daun <i>E. citriodora</i>		Komponen minyak atsiri asal campuran daun dan ranting <i>E. citriodora</i>	
Komponen	% relatif	Komponen	%, relatif
Cyclohexadiene	53,83	Cyclohexadiene	49,65
Benzene	17,97	Benzene	18,58
Cyclohexen	6,53	Cyclohexen	8,36
Allyl-6-methoxyphenol	2,24	Caryophyllene	2,54
Bycyclogermacrene	2,14	Bycyclogermacrene	2,39
Caryophyllene	2,08	Cyclopropazulene	2,32
Cyclopropazulene	2,01	Globulol	1,75
Globulol	1,65	Allyl-6-methoxyphenol	1,71
Cubenol	1,43	Cubenol	1,70
Cadinene	1,01	Terpinenyl acetate	1,45

Tabel 5. Analisis Gas Chromatography (%) (Keville 1995)

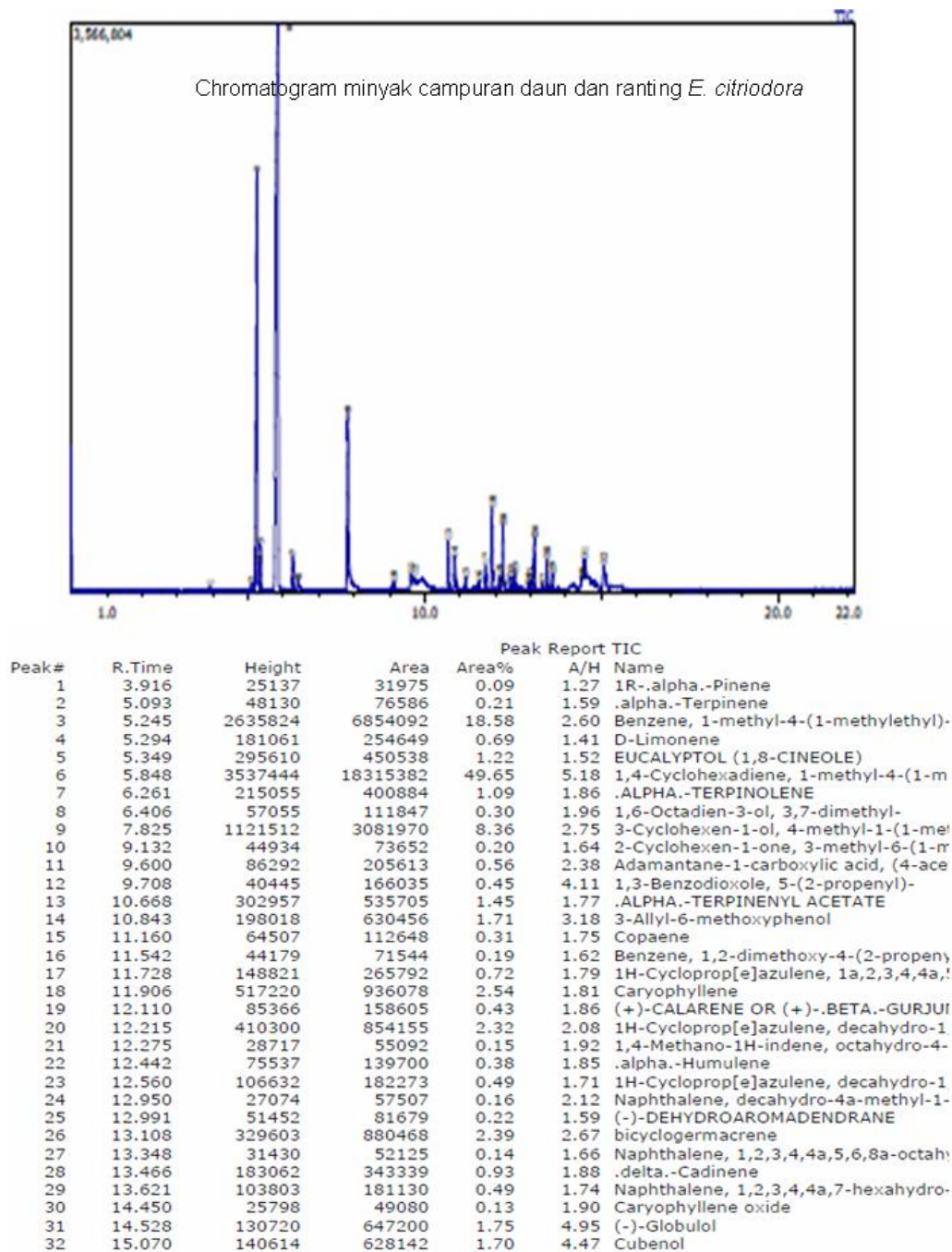
No.	Kandungan/golongan	Persentase
Monoterpenes	α -pinene	0,38
	β -myrcene	0,16
	β -pinene	1,46
	d-limonene	0,15
Sesquiterpen	α -humulene	0,09
	β -caryophyllene	1,74
	Bicyclogermacrene	0,29
Monoterpenols	α -terpineol	0,09
	Citronellol	3,99
Monoterpenols	Isopulegol	10,14
	Isopulegol isomer	0,75
	Linalool	0,26
	Neoisopulegol	5,25
Aldehydes	Citronelal	68,35
	Citronellyl acetate	2,35
Esters	Geranyl acetate	0,19
	Other esters	0,95
	Oxides	1,8-cineole
Phenols	Cis-rose oxide	0,16
	Menthyl eugenol	0,78



Gambar 3. Chromatogram GC-MS minyak atsiri daun *E. citriodora*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta A. 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Standar Nasional Indonesia, SNI 06-2385-2006, Minyak Nilam*.
- Banerjee R, Bellare JR. 2001. In vitro evaluation of surfactants with eucalyptus oil for respiratory distress syndrome. *Respir Physiol* 126 (2): 141-151.
- Chon A, Ta'minuddin. 1978. *Penuntun praktikum khusus. Sekolah Analisis Kimia Menengah Atas. Pusat Pendidikan dan Latihan. Departemen Perindustrian, Bogor*.
- Damanik M. 2009. *Kajian minyak atsiri pada ekaliptus (Eucalyptus urophylla) umur 4 Tahun di PT.Toba Pulp Lestari, Tbk, 2009. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan*.
- Dornisch, K., Rohnert, U., Beuscher, N., and Elstner, E. F. 2000. Antioxidant properties of essential oils. Possible explanations for their anti-inflammatory effects. *Arzneimittelforschung* 2000;50(2):135-139.
- EOA [Essential Oils Association] of USA. 2006. *EOA Specifications and Standards*. New York.
- Erler F, Ulug I, Yalcinkaya B. 2006. Repellent activity of five essential oils against *Culex pipiens*. *Fitoterapia* 77 (7-8): 491-494
- Guenther E. 1948. *The Essential Oils, Volume I*, Van Nostrand Company Inc., New York.
- Gusmailina, Zulnely, Sumadiwangsa ES. 2005. Pengolahan nilam tumpangsari di Tasikmalaya. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 23 (1): 1-14.
- Ketaren S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka. Jakarta
- Keville K. 1995. *Aromatherapy, A Complete Guide to the Healing Art*. The Crossing Press, USA.



Gambar 4. Chromatogram GC-MS minyak atsiri daun dan ranting *E. citriodora*.

Lutony TL, Rahmayati Y, 1994. Produksi dan Perdagangan Minyak Atsiri. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.

Sasmuko A. S. 2011. Perbandingan sifat fisiko-kimia minyak atsiri hasil penyulingan daun dari tiga jenis pohon eukaliptus. Bulletin Hasil Hutan. 17 (1): 19-26.

Small BEJ. 2000. The Australian Eucalyptus Oil Industry an Overview. Department of Agriculture, New South Wales, Australia.

Whitman BW, Ghazizadeh H. 1994. Eucalyptus oil: therapeutic and toxic aspects of pharmacology in humans and animals. J Paediatr Child Health 30 (2): 190-191.

Zhu J, Zeng X, Yanma, Liu T, Qian K, Han Y, Xue S, Tucker B, Schultz G, Coats J, Rowley W, Zhang A. 2006. Adult repellency and larvicidal activity of five plant essential oils against mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc 22 (3): 515-522.

Aspek gizi, mikrobiologis, dan organoleptik tempura ikan rucah dengan berbagai konsentrasi bawang putih (*Allium sativum*)

Aspects of nutrition, microbiological and organoleptic of trash fish tempura with various concentrations of garlic (*Allium sativum*)

FIBRIA KASWINARNI

Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas PGRI Semarang, Jl. Dr. Cipto – Sidodadi Timur No. 24 Semarang, 50125, Jawa Tengah, Indonesia. Telp. +62-24-8316377 Fax. +62-24-8448217, email: fibriaffi81@gmail.com

Manuskrip diterima: 22 November 2014. Revisi disetujui: 10 Januari 2015.

Abstrak. Kaswinarni F. 2015. *Aspek gizi, mikrobiologis, dan organoleptik tempura ikan rucah dengan berbagai konsentrasi bawang putih (Allium sativum).* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 127-130. Ikan rucah merupakan ikan yang produksinya cukup melimpah tetapi nilai ekonomisnya rendah. Dalam rangka penganeekaragaman pangan dalam menjunjung ketahanan pangan dan meningkatkan nilai jual, maka ikan rucah dapat dimanfaatkan menjadi bahan suatu produk makanan yang yaitu tempura. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil olahan tempura berbahan dasar ikan rucah yang diberi berbagai konsentrasi bawang putih ditinjau dari tiga aspek, yaitu aspek gizi yang terdiri dari kadar protein murni dan lemak, aspek organoleptik (rasa, aroma, tekstur dan kerenyahan) serta aspek mikrobiologis (jumlah bakteri). Rancangan penelitian ini menggunakan RAL dengan 4 perlakuan, yaitu P1: 768 g daging ikan rucah + 0 g bawang putih + 80 g tepung, P2: 743 g daging ikan rucah + 25 g bawang putih + 80 g tepung, P3: 781 g daging ikan rucah + 50 g bawang putih + 80 g tepung dan P4: 693 g daging ikan rucah + 75 g bawang putih + 80 g tepung. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Data dianalisis dengan Analisis of Variance (Anava) dilanjutkan dengan Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD), dan uji organoleptik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Semarang. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa setiap kenaikan konsentrasi bawang putih yang diberikan tidak berpengaruh terhadap kadar protein, tetapi berpengaruh terhadap kadar lemak pada tempura ikan rucah. Uji organoleptik menunjukkan adanya pengaruh terhadap rasa, tekstur, aroma dan kerenyahan. Sedangkan jumlah bakteri menurun pada setiap kenaikan konsentrasi bawang putih pada tempura ikan rucah.

Kata kunci: Bawang putih, lemak, organoleptik, protein, tempura ikan rucah

Abstract. Kaswinarni F. 2015. *Nutritional, microbiological and organoleptic aspects of trash fish tempura with various concentrations of garlic (Allium sativum).* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 127-130. Trash fish is relatively abundant but has little or no market value. To increase its economic value and to improve food security, trash fish can be utilized as a food product, specifically as tempura. This study aims to analyze nutritional properties (protein and fat content), organoleptic aspects (taste, aroma, texture and crispness) and bacterial content of trash fish tempura made with various concentrations of garlic. The study is set on the Completely Randomized Design with 4 treatments, namely P1: 768 grams of trash fish meat + 0 grams of garlic + 80 grams flour, P2: 743 grams of trash fish meat + 25 grams of garlic + 80 grams flour, P3: 781 grams trash fish meat + 50 grams garlic + 80 grams flour, and P4: 693 grams of trash fish meat + 75 grams of garlic + 80 grams flour. Each treatment was repeated 4 times. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (UJGD), and organoleptic test. This research was conducted at the Laboratory of Biology, University of PGRI Semarang. The results show that any increase of garlic concentration delivered no effects on protein content, but gives effects on the fat level in the tempura. Organoleptic tests show the influence of the treatments on taste, texture, aroma and crispness. While the bacterial content was decreasing as the concentration of garlic on trash fish tempura was increased.

Keywords: Fat, garlic, organoleptic, protein, trash fish tempura

PENDAHULUAN

Ikan rucah adalah ikan-ikan yang berukuran kecil dan merupakan kumpulan dari berbagai ikan, antara lain ikan tembang (*Sardinella* sp.), ikan selar (*Selar* sp.), ikan lemuru (*Sardinella lemuru*), ikan petek (*Leiognathus splendens*), ikan kembung (*Restrelliger* sp.), ikan kuniran (*Upeneus sulphureus*), dan ikan mata besar (*Thunnus*

obesus). Ikan rucah ini di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) jumlahnya melimpah dan kurang diminati oleh konsumen sehingga biasanya dibuang oleh nelayan atau dijual dengan harga yang rendah. Sehingga sampai saat ini ikan rucah masih dianggap ikan yang mempunyai nilai ekonomis rendah. Walaupun demikian ikan rucah masih mengandung gizi terutama kadar protein dan lemak yang dapat digunakan sebagai sumber bahan pangan yang bermanfaat

dengan nilai ekonomis tinggi. Dalam upaya penganeekaragaman dan ketahanan pangan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, maka salah satu usahanya adalah memanfaatkan ikan rucah menjadi tempura. Tempura adalah makanan khas Jepang berbahan dasar daging, *seafood* yang meliputi udang, cumi-cumi dan ikan laut yang diberi adonan tepung lalu digoreng dengan minyak goreng yang banyak hingga berwarna kuning muda. Seperti yang diketahui bahwa tempura merupakan jenis makanan yang banyak disukai oleh semua kalangan dari mulai anak-anak sampai dewasa. Makanan ini disajikan baik untuk cemilan maupun untuk lauk pauk (Sim et al. 2005).

Tempura ikan merupakan produk makanan yang perlu dijaga dari kerusakan atau pembusukan yang disebabkan oleh bakteri. Untuk mencegah pembusukan biasanya digunakan bahan pengawet. Salah satu upaya untuk menghindari bahan pengawet buatan digunakan alternatif bahan alami yaitu bawang putih (*Allium sativum*). Bawang putih memiliki banyak kegunaan yaitu sebagai bumbu dapur penyedap makanan dan bahan obat-obatan. Disamping itu juga mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu *Allicin* yang mempunyai sifat antibakteri yang dapat mencegah pembusukan dan juga mengandung senyawa untuk cita rasa yang jika bersama-sama dicampur dengan garam dalam konsentrasi tertentu dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Bakteri yang dapat dihambat pertumbuhannya antara lain *Staphylococcus aureus*, α - dan β -*Hemolytic streptococcus*, *Citrobacter freundii*, *Enterococcus cloacae*, *Enterobacter cloacae*, *Eschericia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella enteritidis*, *Citrobacter*, *Klebsiella pneumonia*, *Mycobacteria*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori*, dan *Lactobacillus odontolyticus* (Syifa et al. 2013).

Dengan latar belakang tersebut, dalam rangka penganeekaragaman pangan dan dalam menjunjung ketahanan pangan maka perlu diuji cobakan penelitian mengenai berbagai konsentrasi bawang putih yang diberikan pada daging ikan rucah yang akan diolah menjadi tempura. Sehingga dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis beberapa aspek tempura ikan rucah yang diberi berbagai konsentrasi bawang putih, dimana aspek tersebut terdiri dari gizi terutama kadar protein dan kadar lemak, aspek mikrobiologis (jumlah bakteri), serta aspek organoleptik (rasa, aroma, tekstur dan kerenyahan).

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daging ikan rucah 2,9 kg, bawang putih kating 150 g, merica bubuk 16 g, garam 40 g, gula pasir 20 g kunyit bubuk 16 g tepung terigu + tapioka 320 g dan 180 g minyak sayur. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dimana masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Perlakuan tersebut antara lain: P1: 768 g daging ikan rucah + 0 g bawang putih + 80 g tepung, P2: 743 g daging ikan rucah + 25 g bawang putih + 80 g tepung, P3: 781 g daging ikan rucah + 50 g bawang putih + 80 g tepung dan P4: 693

g daging ikan rucah + 75 g bawang putih + 80 g tepung. Data yang diperoleh dianalisis dengan Analisis of Variance (Anava) dilanjutkan dengan Uji Jarak Ganda Duncan (UJGD). Sedangkan analisis yang digunakan untuk uji protein murni dan lemak masing-masing menggunakan metode Lowry (*Spektrofotometer*) dan metode Soxhlet. Uji organoleptik dilakukan dengan mencicipi langsung olahan tempura yang sudah jadi dengan melibatkan 20 panelis. Sedangkan uji mikrobiologis dilakukan dengan menghitung koloni bakteri dalam sampel menggunakan sistem *Standar Plate Counts* (SPC).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian ini berupa kadar protein murni, kadar lemak, jumlah bakteri, dan palatabilitas pada tempura ikan rucah dengan berbagai konsentrasi bawang putih.

Kadar protein murni pada tempura ikan rucah menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, dengan demikian penambahan konsentrasi bawang putih pada tempura ikan rucah tidak mempengaruhi kadar protein (Tabel 1). Faktor yang diduga yang mempengaruhi hal ini yaitu pada proses pembuatan produk tempura ikan rucah ada beberapa perlakuan yang membuat kadar protein dalam tempura ikan rucah menjadi tidak signifikan. Perlakuan tersebut antara lain pada saat penggilingan daging ikan yang menghasilkan panas yang disebabkan oleh gesekan selama proses penggilingan dan proses perebusan dengan suhu yang kurang terkontrol. Seperti yang diketahui bahwa penambahan panas pada proses pengolahan akan berpengaruh terhadap kadar protein. Menurut Marpaung (2011) bahwa protein merupakan faktor terpenting dalam pembentukan emulsi daging yang stabil, sehingga suhu selama penggilingan harus dikontrol agar tidak lebih dari 22°C. Selain itu perebusan juga akan melarutkan sebagian protein ke dalam air. Perebusan bahan pangan akan menurunkan zat gizi karena proses pencucian (*leaching*) oleh air panas (Widjanarko et al. 2012). Perlakuan dengan suhu yang tinggi dan tidak terkontrol pada pemanasan pada bahan pangan akan membuat protein menjadi terdenaturasi (Wellyalina et al. 2013). Penambahan garam juga dapat memecah ikatan hidrogen yang pada akhirnya menyebabkan denaturasi protein. Garam dapat memecah interaksi hidrofobik dan meningkatkan daya kelarutan gugus hidrofobik dalam air (Winarno, 20014). Selain penambahan garam dengan ditamahnya tepung juga diduga mempengaruhi kadar protein. Semakin banyak tepung yang diberikan maka konsentrasi karbohidrat semakin bertambah sehingga mempengaruhi kadar protein (Zainuri et al. 2010).

Penambahan konsentrasi bawang putih pada tempura ikan rucah berpengaruh terhadap kadar lemak dan jumlah bakteri. Dimana dengan penambahan konsentrasi bawang putih dapat meningkatkan kadar lemak dan menurunkan jumlah bakteri. Pada P4 mengandung kadar lemak paling tinggi dan jumlah bakteri paling sedikit (Tabel 1). Kadar lemak dalam tempura ikan rucah dapat dirusak oleh bakteri lipolitik yang dapat memecah lemak. Bawang putih

mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu *Allicin* yang mempunyai khasiat antibakteri Gram positif maupun Gram negatif. Apabila *allicin* diremas, maka aliiin yang merupakan senyawa organosulfur akan segera teroksidasi menjadi *allicin* yang bersifat sebagai antibakteri (Nurwantoro et al. 2012). Mekanisme antibakteri dari bawang putih dengan cara menghambat sintesis protein. *Allicin* mempunyai permeabilitas yang tinggi dalam menembus dinding sel bakteri dengan menghancurkan gugus sulfhidril yang menyusun sel bakretri sehingga dapat merusak dinding sel bakteri tersebut sehingga pertumbuhannya menjadi terhambat (Syifa et al. 2013). Bakteri *Staphylococcu aureus* dapat dihambat sintesis RNA nya setelah diberikan konsentrasi bawang putih sebesar 15 mg/ml (Deresse, 2010). Penambahan bawang putih dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada tempura ikan rucah sehingga kadar lemak dalam tempura dapat dipertahankan. Selain itu dengan adanya penambahan minyak pada pembuatan tempura ikan rucah juga dapat meningkatkan kadar lemak pada tempura tersebut. Pada hasil penelitian Meilani et al. (2014) bahwa pada bakso berbahan dasar ikan rucah dengan penambahan konsentrasi bawang putih sebanyak 75 g dapat memberikan kadar lemak tertinggi dan jumlah bakteri yang semakin menurun pada bakso ikan rucah tersebut.

Penambahan berbagai konsentrasi bawang putih pada tempura ikan rucah mempengaruhi organoleptik antara lain rasa, aroma, tekstur dan kerenyahan.

Rasa dan aroma

Rasa merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan penerimaan atau penolakan panelis terhadap bahan pangan. Sedangkan aroma makanan banyak menentukan kelezatan makanan serta citarasa bahan pangan itu sendiri (Wellyalina et al. 2013).

Tabel 1. Rata-rata kadar protein, kadar lemak, dan Jumlah Bakteri Tempura Ikan Rucah dengan Berbagai Konsentrasi Bawang Putih

Perlakuan	Kadar Protein Murni (mg/g)	Kadar Lemak (%)	Jumlah Bakteri (koloni/g)
P1	15,005	0,248 ^{cb}	292,750 ^a
P2	14,675	0,200 ^{db}	34,000 ^b
P3	16,175	0,250 ^b	10,065 ^{cb}
P4	14,103	0,673 ^a	0,048 ^{db}

Keterangan: Huruf berbeda, menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi α 5%

Tabel 2. Rata-rata organoleptik tempura Ikan Rucah dengan Berbagai Konsentrasi Bawang Putih

Perlakuan	Rasa	Aroma	Tekstur	Kerenyahan
P1	3,15 ^b	3,00 ^b	2,60 ^c	3,85 ^a
P2	3,85 ^a	3,80 ^a	3,25 ^{ab}	3,45 ^a
P3	2,40 ^c	2,50 ^c	3,60 ^a	3,00 ^{ab}
P4	1,85 ^d	1,90 ^d	3,80 ^a	2,10 ^c

Keterangan: Huruf yang berbeda, menunjukkan perbedaan nyata pada taraf signifikansi α 5%

Dari aspek rasa dan aroma bahwa tempura ikan rucah pada P2 (Tabel 2) berbeda nyata terhadap perlakuan yang lainnya dan paling banyak disukai oleh panelis. Pada P2 rasa tempura berbahan dasar ikan rucah menghasilkan rasa yang enak dan tidak terlalu pedas dan beraroma ikan dan harum khas bawang putih. Sedangkan pada P4 dengan penambahan 75 g bawang putih menyebabkan tempura ikan rucah terasa lebih pedas. Umbi bawang putih mengandung methyl allyl disulfide yang pedas dan harum, sehingga umbi bawang putih memiliki aroma yang pedas dan harum (Meilani et al. 2014). Sumbangan rasa pedas selain dari bawang putih itu sendiri juga berasal dari merica yang digunakan sebagai bumbu pembuatan tempura ikan rucah. Sedangkan aroma tempura yang dihasilkan pada P4 cukup menyengat disebabkan karena konsentrasi bawang putih cukup banyak, sehingga menyebabkan tempura ikan rucah pada P4 menjadi kurang disukai dari aspek rasa dan aroma. Menurut Zakaria et al. (2010) bahwa aroma dan rasa makanan berbahan dasar ikan seperti tempura dan bakso yang lebih banyak disukai adalah dengan aroma dan rasa ikan.

Pemanasan atau penggorengan pada tempura ikan rucah juga dapat menjadi penyebab timbulnya rasa pada bahan makanan. Selama dilakukan penggorengan secara tidak berlebihan dengan menggunakan minyak maka ada sebagian lemak yang masuk ke dalam bagian kerak dan lapisan luar yang pada mulanya diisi oleh air. Lemak atau minyak tersebut adalah mengempukkan kerak dan membasahi bahan pangan sehingga dapat menambah rasa lezat dan gurih (Wellyalina et al. 2013).

Tekstur

Dari hasil uji tekstur tempura ikan rucah bahwa penambahan bawang putih mempengaruhi tekstur tempura ikan rucah. Pada P4 merupakan perlakuan yang menghasilkan tempura bertekstur halus dan lembut dan paling banyak disukai. Tekstur tempura ikan yang halus dan lembut tersebut dikarenakan bawang putih mengandung minyak atsiri (Meilani et al. 2014). Semakin besar konsentrasi bawang putih yang ditambahkan ke dalam adonan maka akan membuat tekstur tempura ikan rucah semakin halus dan lembut. Pada Tabel 2 terlihat bahwa P1 menunjukkan perlakuan yang berbeda dengan perlakuan yang lainnya. Tanpa adanya penambahan bawang putih pada P1 menyebabkan tekstur tempura ikan rucah menjadi kurang halus sehingga kurang disukai oleh panelis.

Kerenyahan

Dari hasil pengujian kerenyahan, bahwa P1 berbeda nyata dengan P3 dan P4 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bawang putih mempengaruhi kerenyahan tempura ikan rucah. Dengan adanya penambahan bawang putih cukup banyak pada P4 akan menghasilkan adonan tempura ikan rucah yang sangat lembut (empuk) dan menjadi kurang renyah setelah dilakukan proses penggorengan. Sehingga membuat tempura ikan rucah hasil P4 membuat kurang disukai oleh panelis. Sebagian besar panelis memilih P1 dikarenakan tanpa adanya penambahan bawang putih menyebabkan

tempura ikan rucah setelah proses penggorengan menjadi lebih renyah.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan bawang putih pada tempura ikan rucah dari aspek gizi tidak berpengaruh terhadap kadar protein tetapi berpengaruh terhadap kadar lemak. Dari aspek mikrobiologis berpengaruh terhadap penurunan jumlah bakteri dan dari aspek organoleptik dalam hal ini rasa, aroma, tekstur dan kerenyahan juga berpengaruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas PGRI Semarang yang telah memfasilitasi penelitian dan kepada Ben Suharno, Fadya Andaruvy, serta Siti Alfiah Rohmaniyah yang telah memberikan sumbangan pemikiran pada makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Deresse D. 2010. Antibacterial effect of garlic (*Allium sativum*) on *Staphylococcus aureus*: An in vitro study. *Asian J Med Sci* 2 (2): 62-65.
- Meilani F, Purwanti H, Suharno B. 2014. Kandungan protein, lemak, populasi bakteri dan sifat organoleptik pada bakso ikan rucah deangan berbagai dosis bawang putih (*Allium sativum*). *Prosiding Mathematics and Sciences Forum* 2014, Semarang 23 Agustus 2014. Universitas PGRI Semarang
- Marpaung R. 2011. Analisis organoleptik pada hasil olahan sosis ikan air laut dan ikan air tawar. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* 11 (3): 1-10.
- Nurwantoro, Bintoro VP, Legowo AM, Purnomoadi A, Amdara LD, Prakoso A, Mulyani S. 2012. Nilai pH, kadar air dan total *Eschericia Coli* daging sapi yang dimarinasi dalam jus bawang putih. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 1 (2): 20-22.
- Syifa N, Bintari SH, Mustikaningtyas D. 2013. Uji Efektivitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum* Linn.) sebagai antibakteri pada ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.). *Unnes J Life Sci* 2 (2): 71-77.
- Sim SY, Rimmer MA, Toledo JD, Sugama K, Rumengan I, William KC, Philips MJ. 2005. Pedoman praktis pemberian dan pengolahan pakan untuk ikan kerapu yang dibudidayakan. NACA. Bangkok Thailand.
- Wellyalina, Azima F, Aisman. 2013. Pengaruh perbandingan tetelan merah tuna dan tepung maizena terhadap mutu nugget. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 2 (1): 9-16.
- Widjanarko SB, Zubaidah E, Kusuma AM. 2012. Studi kualitas fisik-kimiawi dan organoleptik sosis ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) akibat pengaruh perebusan, pengukusan dan kombinasinya dengan pengasapan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 4 (3): 193-202.
- Winarno FG. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Zakariya, Hendrayati, Rauf S, Alam S. 2010. Daya terima dan kandungan protein bakso ikan pari (*Dasyatis* sp.) dengan penambahan karaginan. *Media Gizi Pangan* 10 (2): 21-25.
- Zainuri KS, Zakaria, Tamrin A. 2010. Palatabilitas dan sifat fisikokimia bakso ikan puleng menggunakan bahan pengisi tepung tapioka dan sagu. *Media Gizi Pangan* 9 (1): 63-68.

Karakterisasi fisikokimia kerupuk melinjo sebagai upaya diversifikasi produk olahan melinjo

Physicochemical characterization melinjo crackers in an effort to diversify the processed products melinjo

SRI LESTARI[♥], MUHARFIZA

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banten. Jl. Ciptayasa KM. 01, Ciruas, Serang 42182, Banten. Tel. +62-254-281055, Fax. +62-254-282507,
[♥]email: sri_lestari0581@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 5 Desember 2014. Revisi disetujui: 13 Januari 2015.

Abstrak. Lestari S, Muharfiza. 2015. Karakterisasi fisikokimia kerupuk melinjo sebagai upaya diversifikasi produk olahan melinjo. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 131-135*. Salah satu olahan biji melinjo yang sangat terkenal adalah emping melinjo. Selain itu, melinjo juga ternyata dapat dibuat menjadi produk kerupuk. Tujuan dari kajian ini yaitu untuk mengetahui kandungan sifat fisikokimia dari produk kerupuk melinjo dengan standar kelayakan disesuaikan dengan SNI kerupuk beras serta menganalisa kelayakan usaha pengolahan kerupuk melinjo dengan menghitung Gross B/C. Bahan pembuat kerupuk adalah tepung melinjo yang dicampur dengan tepung aci singkong dengan perbandingan tepung melinjo: tepung aci singkong; 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%. Pembuatan kerupuk melinjo ini terbagi menjadi 2 (dua) rasa, yaitu rasa original dan rasa pindang ikan tongkol. Produk kerupuk melinjo kemudian diuji organoleptik terhadap 15 orang panelis. Untuk sifat fisik dari kerupuk melinjo ini meliputi warna, aroma, penampakan dan rasa hasilnya adalah normal. Untuk keutuhan, setelah produk ini digoreng yaitu sebesar 87%. Kadar air sebesar 3,61%, kadar abu sebesar 1,76%, kadar protein sebesar 2,89%, kadar lemak sebesar 40,98% dan kadar karbohidrat sebesar 50,76%. Borax, raksa (Hg) dan arsen (As) tidak terdeteksi dalam produk kerupuk melinjo ini. Timbal (Pb) ditemukan sebesar 0,45 ppm, timah (Sn) ditemukan sebesar 16,4 ppm, tembaga (Cu) ditemukan sebesar 1,1 ppm. Seng (Zn) terdeteksi sebesar 0,86 mg/100g. Untuk uji organoleptik, panelis lebih menyukai kerupuk melinjo dengan perbandingan tepung melinjo dan tepung aci singkong yaitu 25% berbanding 75% dengan rasa pindang ikan tongkol yaitu dengan persentase sebesar 40%. Produk kerupuk melinjo yang dibuat layak untuk dikonsumsi karena sesuai dengan SNI kerupuk beras yaitu SNI 01-4307-1996. Usaha pengolahan kerupuk melinjo secara finansial layak untuk dilakukan karena memiliki nilai Gross B/C sebesar 2,03.

Kata kunci: Fisikokimia, kerupuk, melinjo

Abstrak. Lestari S, Muharfiza. 2015. *Physicochemical characterization of melinjo crackers in diversification of melinjo-based products. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 131-135*. One of the famous processed of melinjo is "emping melinjo". In addition, melinjo also can be made into cracker-like products. The purpose of this study is to determine the physicochemical properties of melinjo crackers with eligibility standards based on the SNI rice crackers and to analyze the feasibility of processing melinjo crackers by calculating the Gross B/C. The basic ingredients for the cracker is melinjo flour mixed with cassava flour at a ratio melinjo: cassava flour of 0%: 100%, 25%: 75%, 50%: 50%. Production of the crackers is divided based on into two tastes: original flavor and cooked tuna. The products were then subjected to an organoleptic test (15 panelists). In regards to the physical properties (color, aroma, appearance and taste), the test showed normal marks. Product integrity after frying is 87%, water content is 3.61%, ash content 1.76%, protein content 2.89%, fat content 40.98% and carbohydrate content 50.76%. Borax, mercury (Hg) and arsenic (As) were not detected in the cracker. Lead (Pb) was found at 0.45 ppm, tin (Sn) 16.4 ppm, copper (Cu) 1.1 ppm. Zinc (Zn) was detected at 0.86 mg / 100 g. Regarding the organoleptic test, panelists preferred the cracker which was made with a ratio of melinjo flour and cassava starch flour 25%: 75%, with cooked tuna. Melinjo cracker is eligible for consumption based on SNI of rice crackers 01-4307-1996. Entrepreneurship in melinjo cracker is financially feasible as the gross value of B / C is 2.03.

Keywords: Physicochemical, crackers, melinjo

PENDAHULUAN

Melinjo (*Gnetum gnemon* Linn.) merupakan tanaman berbiji terbuka (Gymnospermae) berbentuk pohon yang berasal dari Asia tropik, Melanesia, dan Pasifik Barat. Melinjo banyak ditanam sebagai peneduh atau pembatas pekarangan dan terutama bagian yang dimanfaatkan adalah

buah dan daunnya. Salah satu olahan biji melinjo yang sangat terkenal adalah emping melinjo. Emping melinjo merupakan salah satu produk unggulan Banten yang memiliki nilai ekonomis dan telah berkontribusi terhadap perekonomian Provinsi Banten. Menurut BPS Provinsi Banten (2013), pada tahun 2011 jumlah tanaman melinjo sebanyak 692.431 pohon, sedangkan pada tahun 2012

sebanyak 910.889 pohon. Semua bahan makanan yang berasal dari tanaman melinjo mempunyai kandungan gizi yang cukup tinggi (Sunanto, 1997). Pada Tabel 1 disajikan zat gizi yang terkandung di dalam biji melinjo dan emping melinjo.

Emping melinjo merupakan produk olahan dari melinjo yang proses pembuatannya yaitu dengan cara memipihkan buah melinjo tua yang sebelumnya dilakukan proses penyangraian/perebusan terlebih dahulu. Sedangkan kerupuk, menurut Kemal dan Tarwiyah dalam (Rosiani, N. (2011) merupakan bahan kering berupa lempengan tipis yang terbuat dari adonan yang bahan utamanya adalah pati.

Tabel 1. Kandungan gizi biji melinjo dan emping melinjo (100 g)

Kandungan	Biji melinjo (100 g)	Emping melinjo (100 g)
Kalori	66 kalori	345 kalori
Protein	5 g	12 g
Lemak	0.7 g	1.5 g
Karbohidrat	13.3 g	71.5 g
Kalsium	163 mg	100 mg
Fosfor	75 mg	400 mg
Besi	2.8 mg	5 mg
Vitamin A	1000 SI	-
Vitamin B1	0.1 mg	0.2 mg
Vitamin C	100 mg	-
Air	80 g	13 g

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (Ika Wahyu Yuni Asri, 2010)

Tabel 2. SNI kerupuk beras (*rice crackers*) SNI 01-4307-1996 (Badan Standarisasi Nasional 1996)

Kandungan kriteria uji	Satuan	Syarat mutu	
		Mentah	Sudah digoreng
Keadaan:			
Bau	-	Normal	Normal
Rasa	-	Normal	Normal
Warna	-	Normal	Normal
Kenampakan	-	Renyah	Renyah
Keutuhan	% b/b	Min. 95	Min. 85
Benda-benda asing	-	Tidak boleh ada	Tidak boleh ada
Air	% b/b	Max 12	Max 8
Abu tanpa garam	% b/b	Maks 1	Max 8
Bahan tambahan makanan:		Sesuai SNI 01-0222-1995 dan peraturan Men Kes No. 722/Men.Kes/Per/IX/88	
Pewarna		Tidak	
Boraks	-	Ternyata	
Cemaran logam:			
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2	Maks 2
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 30	Maks 30
Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40	Maks 40
Seng (Zn)	mg/kg	Maks 40	Maks 40
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0.03	Maks 0.03
Arsen (As)	mg/kg	Maks 1	Maks 1
Cemaran mikroba			
Angka lempeng total	Koloni/g	Maks 10 ⁶	Maks 10 ⁶
<i>E. coli</i>	APM/g	< 3	< 3
Kapang	Koloni/g	Maks 10 ⁵	Maks 10 ⁵

Berbagai bahan berpati dapat diolah menjadi kerupuk, diantaranya adalah ubi kayu, ubi jalar, beras, sagu, terigu, tapioka dan talas. Sedangkan Saroni dan Yatim R. Widodo (2010) mengemukakan bahwa dengan kandungan pati 80% dan rasa yang khas, tepung melinjo memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber pangan baru terutama makanan ringan. Oleh karena itu, pembuatan tepung dan aplikasinya dalam pembuatan jenis makanan lain akan sangat meningkatkan penggunaan buah melinjo. Tepung melinjo dapat diolah menjadi kerupuk sebagai makanan camilan. Menurut BSN (1996) standar olahan kerupuk beras yaitu SNI 01-4307-1996 (Tabel 2) dapat juga diimplementasikan untuk olahan kerupuk lainnya. Pada penelitian ini, pembuatan tepung melinjo memanfaatkan remah emping melinjo/pecahan emping melinjo yang biasa dijual di pasar Rau (pasar induk di kabupaten Serang provinsi Banten) dengan harga Rp. 15.000/kg – Rp 17.000/kg.

Tujuan dari kajian ini yaitu untuk mengetahui kandungan sifat fisikokimia dari produk kerupuk melinjo disesuaikan dengan standar kelayakan SNI kerupuk beras serta menganalisa kelayakan usaha produksi kerupuk melinjo dengan menghitung Gross B/C.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Provinsi Banten pada bulan Maret sampai November 2012. Bahan yang dipergunakan yaitu tepung aci singkong, tepung melinjo, bawang putih, garam, air, air pindang ikan tongkol serta daun pisang. Alat yang dipergunakan yaitu timbangan digital, baskom, pisau, panci serta kompor.

Pembuatan kerupuk melinjo memanfaatkan sisa dari emping melinjo yang hancur akibat penumpukan dan transportasi. Remah emping di bersihkan kemudian dijemur dan digiling. Tepung melinjo ini dicampur dengan tepung aci singkong dengan perbandingan tepung melinjo: tepung aci singkong; 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%. Pembuatan kerupuk melinjo ini terbagi menjadi 2 (dua) rasa, yaitu rasa original dan rasa pindang ikan tongkol.

Produk kerupuk melinjo kemudian dilakukan uji organoleptik terhadap 15 orang panelis serta dilakukan analisis fisikokimia di Laboratorium Balai Besar Pasca Panen Kementerian Pertanian. Analisis fisik kerupuk melinjo meliputi warna, aroma, penampakan, rasa dan keutuhan (dengan metode organoleptik). Analisis komposisi kimia meliputi kadar air dan kadar abu (dengan metode Gravimetri), kadar lemak (metode Soxhlet), kadar protein (metode Kjeldahl), karbohidrat (metode *by Different*), pewarna dan borax (metode Kualitatif). Untuk mineral Pb (timbal), Hg (raksa), As (Arsen), Sn (Timah), Cu (tembaga) dan Zn (seng) dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometer* (AAS).

Proses pembuatan tepung melinjo

Tepung melinjo didapatkan dari proses penepungan emping melinjo. Emping melinjo yang dipergunakan merupakan limbah dari emping melinjo yang biasa dijual

dengan harga Rp 15.000/kg – Rp 17.000/kg. Harga tersebut rata-rata setengahnya dari harga emping utuh yang biasa dijual di pasaran. Limbah emping melinjo merupakan sisa dari penjualan emping melinjo di pasar Rau (pasar induk kabupaten Serang provinsi Banten). Biasanya pada tempat penjualan emping melinjo curah menyisakan emping melinjo dalam bentuk remah (emping pecah). Sisa-sisa dari emping tersebut dijual kembali oleh pedagang dengan harga yang relatif lebih murah bila dibandingkan dengan emping utuh. Setelah remah-remah emping tersebut terkumpul cukup banyak, dilakukan proses sortasi terlebih dahulu. Proses sortasi ini dimaksudkan agar remah emping melinjo terbebas dari benda-benda asing, misalnya saja batu, kayu, daun dan lain sebagainya.

Dari remah emping melinjo tersebut kemudian ditepungkan dengan menggunakan mesin penepung. Mesin penepung yang dipergunakan yaitu mesin penepung beras dengan tenaga motor listrik. Setelah menjadi tepung, selanjutnya dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari untuk menghindari proses penjamuran. Setelah kering, selanjutnya tepung diangin-anginkan terlebih dahulu sebelum dikemas ke dalam plastik. Pengemasan bertujuan agar kelembaban tepung melinjo tetap terjaga.

Proses pembuatan kerupuk melinjo

Proses pembuatan kerupuk melinjo menggunakan 2 (dua) bahan utama, yaitu aci singkong dan tepung melinjo. Adapun komposisi bahan pembuat kerupuk melinjo seperti dijelaskan pada Tabel 3. Bagan alir proses pembuatan kerupuk melinjo seperti dijelaskan pada Gambar 1.

Gambaran analisa usaha dilakukan secara umum menggunakan analisis finansial yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan usaha produksi kerupuk melinjo. Usaha ini dianggap layak jika nilai Gross B/C lebih dari satu. Menurut Kasijadi dan Suwono (2001), formulasi dari Gross B/C adalah:

$$\text{Gross B/C} = \frac{P \times Q}{B_i}$$

dimana:

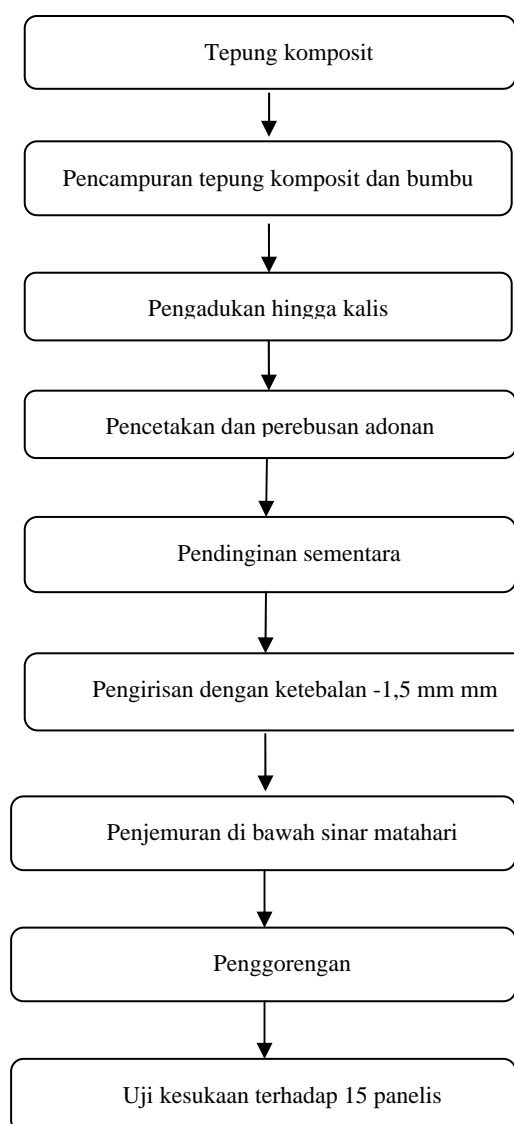
P = harga produksi (Rp/Kg)

Q = hasil produksi (kg/ha)

B_i = biaya produksi ke i (Rp/ha)

Tabel 3. Komposisi bahan pembuat kerupuk melinjo (Muharfiza et al. 2012)

No sampel	Aci singkong (g)	Tepung melinjo (g)	Air			
			pindang ikan tongkol (mL)	Air (mL)	Bawang putih (g)	Garam (g)
1	500	0	400	-	20	6
2	375	125	400	-	20	6
3	250	250	400	-	20	6
4	500	0	-	400	20	6
5	375	125	-	400	20	6
6	250	250	-	400	20	6



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan kerupuk melinjo

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan sifat fisikokimia kerupuk melinjo

Sampel kerupuk yang diuji fisikokimia adalah kerupuk yang sudah dilakukan penggorengan terlebih dahulu dengan menggunakan minyak goreng. Karakterisasi sifat fisikokimia dan komposisi nutrisi sebagai bahan dasar olahan kerupuk melinjo termasuk kandungan proximat dan mineral disajikan pada Tabel 4.

Untuk sifat fisik dari kerupuk melinjo ini meliputi warna, aroma, penampakan dan rasa hasilnya adalah normal. Untuk keutuhan, hasilnya yaitu setelah produk ini digoreng yaitu sebesar 87%. Hal ini menandakan bahwa kerupuk melinjo ini sesuai dengan standar SNI. SNI yang dipergunakan sebagai acuan adalah SNI 01-4307-1996 mengenai kerupuk beras. Sesuai SNI tersebut, untuk kriteria uji keutuhan ketika produk sudah digoreng yaitu sebesar minimal 85%.

Tabel 4. Hasil pengujian laboratorium produk kerupuk melinjo

Nama sampel	Jenis	Metode	Hasil	Satuan
Kerupuk melinjo	Warna	Organoleptik	Normal	
	Aroma		Normal	
	Penampakan		Normal	
	Rasa		Normal	
	Keutuhan		87	%
	Kadar Air	Gravimetri	3,61	%
	Kadar Abu		1,76	
	Kadar Lemak	Soxhlet	40,98	
	Kadar Protein	Kjeldahl	2,89	
	Karbohidrat	<i>By different</i>	50,76	
	Pewarna (Tartazine)	Kualitatif	Negatif	-
	Borax		Negatif	
	Pb	AAS	0,45	ppm
	Hg		ttd	
	As		ttd	
	Sn		16,40	
	Cu		1,10	
Zn		0,86	mg/100g	

Tabel 5. Analisa usaha kerupuk melinjo mentah.

Uraian	Volume	Satuan Biaya (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
Pengeluaran			
Aci singkong	0,375 kg	8.000	3.000
Tepung melinjo	0,125 kg	19.000	2.375
Air pindang ikan tongkol	0,4 liter	2.000	800
Bawang putih	0,02 kg	16.000	320
Garam	0,007 g	1.000	7
Gas	0,25 liter	7.000	1.750
		Total biaya	8.252
Penerimaan	0,85 kg	20.000	17.000
		Total Penerimaan	17.000
Pendapatan (Total Penerimaan-Total Biaya)			8.748
Gross B/C			2,06

Kadar air dari kerupuk melinjo sebesar 3,61%, hal ini telah memenuhi standar dari SNI kerupuk beras sebesar maksimal 8% ketika kerupuk sudah digoreng. Makin rendah kadar airnya maka umur simpannya akan semakin lama. Kadar abu dari kerupuk melinjo yaitu sebesar 1,76% sedangkan sesuai SNI kerupuk beras yaitu kadar abu yang ditetapkan sebesar 1% pada keadaan tanpa garam. Kadar abu kerupuk melinjo lebih besar dari 1% dikarenakan dalam proses pembuatan kerupuk melinjo menggunakan garam yang merupakan sumber mineral.

Untuk kadar protein dari produk ini sebesar 2,89% dan kadar lemaknya sebesar 40,98%. Besarnya nilai lemak karena dipengaruhi oleh proses penggorengan yang menggunakan minyak goreng. Kadar karbohidrat sebesar 50,76%. Pada kerupuk melinjo yang diproduksi tidak

mengandung pewarna karena memang dalam proses produksinya tidak ada penambahan zat pewarna. Borax pun tidak terdeteksi dalam produk kerupuk melinjo ini.

Timbal (Pb) pada produk kerupuk melinjo sebesar 0,45 ppm. Hal ini masih sesuai dengan SNI kerupuk beras yang menetapkan cemaran logam Timbal (Pb) sebesar maksimal 2 mg/kg. Menurut Suhendrayatna *dalam* Widaningrum et al (2007), timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Sumber utama timbal adalah makanan dan minuman. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Timbal menunjukkan efek beracun pada sistem saraf, hemetologic, hemetoxic dan mempengaruhi kerja ginjal. Rekomendasi dari WHO, logam berat Pb dapat ditoleransi dalam seminggu dengan takaran 50 mg/kg berat badan untuk dewasa dan 25 mg/kg berat badan untuk bayi dan anak-anak. Mobilitas timbal di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0,5-3 ppm.

Raksa (Hg) dan Arsen (As) tidak ditemukan dalam produk ini. Timah (Sn) ditemukan sebesar 16,4 ppm. Angka ini masih dibawah SNI kerupuk beras yang menetapkan angka maksimal 40 mg/kg.

Tembaga (Cu) ditemukan sebesar 1,1 ppm dan hal ini masih aman karena batas Cu sesuai SNI kerupuk beras yaitu 30 mg/kg. Menurut Widaningrum et al (2007), cemaran logam tembaga pada bahan pangan pada awalnya terjadi karena penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan. Meskipun demikian, pengaruh proses pengolahan akan dapat mempengaruhi status keberadaan tembaga tersebut dalam bahan pangan. Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan (POM) RI telah menetapkan batas maksimum cemaran logam berat tembaga pada sayuran segar yaitu 50 ppm. Namun demikian, tembaga merupakan konstituen yang harus ada dalam makanan manusia dan dibutuhkan oleh tubuh (*Acceptance Daily Intake/ADI* = 0,05 mg/kg berat badan). Pada kadar ini tidak terjadi akumulasi pada tubuh manusia normal. Akan tetapi asupan dalam jumlah yang besar pada tubuh manusia dapat menyebabkan gejala-gejala yang akut (Astawan *dalam* Widaningrum et al (2007)).

Seng (Zn) terdeteksi sebesar 0,86 mg/100g atau setara dengan 8,6 mg/kg dan angka ini masih aman karena batas Zn menurut SNI kerupuk beras yaitu sebesar maksimal 40 mg/kg.

Uji organoleptik

Untuk uji organoleptik, sampel kerupuk melinjo dengan perbandingan tepung melinjo: tepung aci singkong yaitu 25%: 75% dengan rasa pindang ikan tongkol mendapatkan persentase kesukaan panelis sebesar 40%. Untuk sampel kerupuk melinjo dengan perbandingan 50%: 50% dengan rasa pindang ikan tongkol mendapatkan persentase sebesar 33%. Pada sampel dengan perbandingan 25%: 75% rasa original mendapatkan persentase sebesar 20%. Pada sampel kerupuk melinjo dengan perbandingan 50%: 50% dengan rasa original mendapatkan persentase kesukaan panelis sebesar 7%.

Analisa usaha pembuatan kerupuk melinjo mentah

Pada Tabel 5 dijelaskan mengenai analisa usaha dari usaha kerupuk melinjo dengan rasa ikan pindang tongkol per 500 g adonan tepung komposit dengan perbandingan tepung melinjo: tepung aci singkong yaitu 25%: 75%.

Usaha pembuatan kerupuk melinjo dianggap layak jika Nilai Gross B/C lebih dari satu. Berdasarkan hasil analisa usaha produksi pembuatan kerupuk melinjo per 500 g adonan dapat menghasilkan kerupuk sebanyak 850 g kerupuk melinjo kering. Dengan asumsi harga kerupuk melinjo kering sebesar Rp 20.000/kg (disamakan dengan harga kerupuk ikan), maka didapatkan nilai Gross B/C sebesar 2,06. Angka ini menunjukkan bahwa setiap Rp 1 nilai yang dikeluarkan akan menghasilkan Rp 2,06. Pendapatan dari produksi kerupuk melinjo ini sebesar Rp 8.748 per 500 g bahan adonan tepung komposit. Dengan demikian usaha produksi kerupuk melinjo secara finansial layak untuk dilakukan.

Produk kerupuk melinjo yang dibuat layak untuk dikonsumsi karena sesuai dengan SNI kerupuk beras yaitu SNI 01-4307-1996. Panelis lebih menyukai kerupuk melinjo dengan perbandingan tepung melinjo dan tepung aci singkong yaitu 25% berbanding 75% dengan rasa pindang ikan tongkol yaitu dengan persentase sebesar 40%. Usaha produksi kerupuk melinjo secara finansial layak untuk dilakukan dengan nilai Gross B/C sebesar 2,06.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kardiyono, Syahrizal Muttakin, Ari Surachmanto dan Suryadi. Sumber dana penelitian berasal dari dana APBN (Litbang Kementerian Pertanian).

DAFTAR PUSTAKA

- Asri IWY. 2010. Analisis usaha industri emping melinjo skala rumah tangga di Kabupaten Magetan. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten. 2013. Banten dalam Angka 2013. CV. Nasional Indah, Serang.
- Kasijadi F, Suwono. 2001. Penerapan rakitan teknologi dalam peningkatan daya saing usahatani padi di Jawa Timur. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 4 (1):-
- Muharfiza et al. 2012. Kajian pascapanen komoditas unggulan Banten berbahan dasar melinjo, talas beneng dan gula semut aren. [Laporan Akhir]. BPTP Banten, Serang.
- Rosiani N. 2011. Pembuatan kerupuk dengan fortifikasi daging lidah buaya (*Aloe vera*) kaya antioksidan. [Laporan Praktek Produksi]. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sarono, Yatim RW. 2010. Optimasi proses pembuatan tepung melinjo dan pengembangan produk aneka pangan dari tepung melinjo. [Laporan Penelitian]. Politeknik Negeri Lampung, Lampung.
- Sunanto H. 1997. Budidaya melinjo dan usaha produksi emping. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Widaningrum, Miskiyah, Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternatif pencegahan cemarannya. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian 3: 16-27.

Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai pakan ternak ruminansia

Utilization of waste chicken feathers as ruminant feed

ENDAH PERMATA SARI[✉], IMELA SUKMA TIFANA PUTRI, RINANTI ANINDYA PUTRI, SHAF A IMANDA,
DEWI ELFIDASARI, RIRIS LINDIAWATI PUSPITASARI

Jurusan Biologi (Bioteknologi), Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia. Jl. Sisingamangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan 12110, DKI Jakarta, Indonesia. Tel./Fax +62 21 7244456, ✉email: endahps14@yahoo.com

Manuskrip diterima: 3 Desember 2014. Revisi disetujui: 13 Januari 2015.

Abstrak. Sari EP, Putri IST, Putri RA, Imanda S, Elfidasari D, Puspitasari RL. 2015. Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai pakan ternak ruminansia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 136-138*. Kebutuhan pangan masyarakat pada saat ini mengalami kenaikan beriringan dengan bertambahnya populasi manusia. Peningkatan ini berdampak pula pada limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah limbah bulu unggas (ayam). Limbah bulu ayam memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia serta mengakibatkan polusi tanah karena sulit untuk didegradasi. Pemanfaatan limbah bulu ayam pada saat ini hanya sebatas pada pembuatan kerajinan tangan. Disamping itu, limbah bulu ayam juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak untuk hewan ruminansia. Limbah bulu ayam memiliki kandungan protein (keratin) sebesar 80-90% melebihi kandungan protein pada kedelai (42,5%). Keratin yang terkandung di dalam bulu ayam tidak dapat diserap langsung oleh tubuh, karena itu dibutuhkan teknik pengolahan tertentu untuk mempermudah proses penyerapan. Teknik pengolahannya dapat dilakukan secara fisik, kimia dengan asam, kimia dengan basa, dan mikrobiologi melalui fermentasi dengan mikroorganisme. Ke-empat metode pemrosesan tersebut dapat meningkatkan kecernaan protein maupun kecernaan berat kering Hidrolisat Bulu Ayam (HBA) yang berbeda-beda. Pemrosesan bulu ayam secara fisik meningkatkan kecernaan protein sebesar 76%, kimia dengan asam meningkatkan kecernaan berat kering 59,83%, kimia dengan basa meningkatkan kecernaan berat kering 64,6%, dan mikrobiologis meningkatkan kecernaan protein sebesar 54,20%. Teknik fermentasi menggunakan isolat jamur tanah yakni *Penicillium* sp. menghasilkan kecernaan berat kering 31,84% dan kecernaan protein 28,89%.

Kata kunci: Limbah bulu ayam, HBA, keratin.
Singkatan: Hidrolisat Bulu Ayam (HBA)

Abstract. Sari EP, Putri IST, Putri RA, Imanda S, Elfidasari D, Puspitasari RL. 2015. Utilization of waste chicken feathers as ruminant feed *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 136-138*. The growing food demand, as the human population is on the rise, consequently increases waste from the food industry, i.e. chicken feathers. Waste chicken feathers deliver negative impact on human health and cause soil pollution due to its very slow degradation. Currently, waste chicken feathers are utilized limitedly in handicraft manufacture. In addition, the waste is often used as cattle fodder (ruminants). Protein (keratins) content in the waste is higher than that of soybean. The keratins can not be absorbed directly in the digestive system, therefore some processing techniques are required to make it more absorbable. Processing techniques can be done physically, chemically (acid and base treatment), and biologically (fermentation by microorganisms). All processing techniques variously increased the digestibility of protein and dry weight of Chicken Feathers Hydrolyzate (CFH). Physically processing increased protein digestibility about 76%, acid treatment increased dry weight digestibility about 59.83%, base treatment increased digestibility of dry weight about 64.6%, and fermentation technique increased protein digestibility about 54.20%. Fermentation using soil fungal isolates *Penicillium* sp. increased digestibility of dry weight about 31.84% and protein 28.89%.

Key words: Chicken feathers waste, CFH, keratin
Abbreviations: Chicken Feathers Hydrolyzate (CFH)

PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi, sosial, dan teknologi saat ini berjalan seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat, salah satunya kebutuhan terhadap makanan bergizi. Kebutuhan terhadap bahan makanan berupa protein hewani mencapai 15 kg/kapita/tahun dan akan meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk (Ketaren 2008). Menteri Pertanian Republik Indonesia menyatakan bahwa,

untuk memenuhi kebutuhan daging, maka harus dilakukan suatu upaya dalam pencapaian swasembada. Komponen penting yang menjadi kunci keberhasilan dari usaha budidaya adalah pakan ternak. Pemberian pakan berupa hijauan tidak dapat memberi efek maksimal bagi pertumbuhan ternak ruminansia. Hal ini berkaitan dengan kurangnya sumber energi dan protein yang terkandung di dalam hijauan tersebut (Suryaningrum 2011).

Industri pemotongan ayam merupakan sumber limbah bulu ayam yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan penyakit bagi masyarakat sekitar jika tidak dikelola dengan baik. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Peternakan tahun 2006, produksi bulu ayam dari jenis ayam broiler berjumlah 25.690 ton (1999), 42.050 ton (2000), 49.250 ton (2001), 68.510 ton (2002), 72.680 ton (2003) dan 72.775 ton (2005) (Puastuti 2007). Bulu unggas memiliki kandungan protein (keratin) sebesar 80-90%, melebihi kandungan protein pada kedelai (42,5%) (Adiati et al 2004). Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui manfaat dari limbah bulu ayam untuk mengurangi dampak pencemaran limbah bulu ayam pada lingkungan, dengan cara mengolah bulu ayam menjadi hidrolisat bulu ayam yang berpotensi sebagai pakan ternak.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Metode yang digunakan merupakan studi literatur, yaitu dengan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi ini diperoleh dari jurnal ilmiah, prosiding, hasil-hasil pertemuan ilmiah, hasil konsultasi dengan pakar, website yang kredibel, serta buku-buku petunjuk teknis yang diterbitkan lembaga penelitian. Limbah bulu ayam pada prinsipnya harus dilemahkan atau diputuskan terlebih dahulu ikatan dalam keratinnya menggunakan prinsip hidrolisis. Studi literatur yang kami lakukan menunjukkan beberapa metode yang dapat dilakukan untuk pemrosesan bulu ayam, yaitu secara fisik, kimiawi dengan asam, kimiawi dengan basa, serta mikrobiologis. Tahap awal yang dilakukan dalam mengolah limbah bulu ayam adalah membersihkan kotoran-kotoran yang menempel dengan air bersih, kemudian dikeringkan (Puastuti 2007). Alat dan bahan yang dibutuhkan seperti autoklaf, wadah tertutup, cawan petri, penggiling bulu ayam, air, HCl, NaOH, media PDA, isolat *Bacillus licheniformis*, dan sampel tanah kandang ayam.

Cara kerja

Pengolahan secara fisik

Limbah bulu ayam yang diproses menggunakan teknik fisik dapat dilakukan dengan tekanan dan suhu tinggi, yaitu pada suhu 105°C dengan tekanan 3atm dan kadar air 40% selama 8 jam. Sampel yang sudah bersih akan di autoklaf, kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling (Adiati et al 2004).

Pengolahan secara kimiawi

Proses kimiawi dilakukan dengan penambahan HCl 12%, dengan ratio 2:1 pada bulu ayam yang sudah bersih, lalu disimpan dalam wadah tertutup selama empat hari. Sampel yang telah direndam oleh HCl 12% kemudian dikeringkan dan siap untuk digiling menjadi tepung.

Pengolahan secara enzimatik

Bulu ayam yang diproses dengan teknik enzimatik dilakukan dengan menambahkan enzim proteolitik 0,4%

dan disimpan selama dua jam pada suhu 52°C. Bulu ayam kemudian dipanaskan pada suhu 87°C hingga kering dan digiling hingga menjadi tepung.

Pengolahan secara kimia dengan basa

Pengolahan secara kimia menggunakan basa, dapat dilakukan dengan menambahkan NaOH 6%, disertai pemanasan dan tekanan menggunakan autoklaf. Bulu ayam yang sudah siap kemudian dikeringkan dan digiling (Puastuti 2007).

Pengolahan secara mikrobiologi pemberian

Proses hidrolisis bulu ayam menggunakan agen mikrobiologi, dilakukan dengan menambahkan *Bacillus licheniformis* dan diinkubasi selama 72 jam (Puastuti 2007). Teknik lain yang dapat dilakukan adalah dengan teknik fermentasi menggunakan jamur hasil isolasi dari tanah kandang ayam. Jamur didapat dengan cara melarutkan 200 gram tanah di dalam 200 ml aquades, lalu dilakukan pengenceran hingga 10^{-7} dan ditumbuhkan pada media PDA. Jamur yang sudah berkembang kemudian diisolasi hingga dihasilkan kultur murni. Kadar air yang terkandung di dalam media fermentasi berupa bulu ayam, minimal sebanyak 30%. Kadar air yang terkandung di dalam tepung bulu ayam kering adalah 10%, karena itu dilakukan penambahan air sebanyak 20% dari berat kering tepung bulu ayam. Proses fermentasi dilakukan mencampurkan inokulum jamur yang telah diencerkan ke dalam 20 gram tepung bulu ayam, dan ditempatkan pada wadah kedap udara (Ketaren 2008).

Pemberian HBA pada ternak

HBA yang telah siap kemudian ditambahkan ke dalam pakan hijauan ternak dengan perbandingan 1:1. Setelah beberapa minggu pemberian HBA pada pakan dilakukan analisa terhadap pencernaan bahan kering dan pencernaan kadar protein dengan mengambil sampel cairan rumen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemrosesan limbah bulu ayam pada prinsipnya digunakan untuk memutuskan ikatan sulfur dari sistin di dalam bulu ayam tersebut (Adiati et al 2004). Pemutusan ikatan keratin tersebut, bulu ayam dapat diolah dengan menggunakan empat metode, antara lain fisik, kimiawi dan fisik, kimiawi, dan mikrobiologis. Bulu ayam yang telah terhidrolisis dinamakan hidrolisat bulu ayam (HBA). Penggunaan HBA dalam pakan ternak memiliki keuntungan tersendiri, yaitu tidak bersaing dengan manusia dan harga relatif lebih murah. Hal ini dikarenakan, pakan ternak yang biasanya digunakan oleh pasar konvensional menggunakan bahan dasar bungkil kedelai.

Menurut Achmad (2001) HBA yang dihasilkan pada masing-masing pemrosesan memiliki tingkat pencernaan yang berbeda-beda. Pemrosesan bulu ayam secara fisik dengan menggunakan tekanan dan suhu tinggi selama 8 jam meningkatkan pencernaan kadar protein sebesar 76% (Adiati et al 2004). Pemrosesan kimiawi dan asam menggunakan HCl 12% dengan lama hidrolisis 4 hari

menghasilkan nilai pencernaan bahan kering sebesar 59,83%. Nilai pencernaan bahan kering dapat ditingkatkan menjadi 82,99% dengan penambahan konsentrasi HCl menjadi 24%, namun dengan tingginya konsentrasi HCl dapat menyebabkan kerusakan pada pakan itu sendiri. Pemrosesan kimiawi dan basa menggunakan NaOH 6% dengan pemanasan dan tekanan meningkatkan pencernaan bahan kering 64,4% (Puastuti 2007). Pengolahan bulu ayam menggunakan suhu tinggi hingga menghasilkan HBA dapat menyebabkan denaturasi protein, sehingga kualitas protein bulu ayam menurun (Adiati et al 2004).

Pemrosesan bulu ayam dengan mikrobiologis meningkatkan nilai pencernaan protein bulu ayam sebesar 54,20%. Pada pemrosesan ini menggunakan bantuan bakteri *Bacillus liceniformis*. Menurut Zerdani et al (2004) *Bacillus liceniformis* merupakan bakteri yang sangat efisien untuk menghidrolisis bulu ayam. Bakteri ini akan menghasilkan enzim keratinase yang akan mendegradasi protein yang terdapat di bulu ayam.

Hasil dari teknik fermentasi dengan menggunakan isolat jamur dari tanah kandang ayam didapatkan jamur dengan spesies *Helicomyces* sp., *Trichoderma* sp., dan *Penicillium* sp. *Helicomyces* sp. menghasilkan tingkat pencernaan protein sebesar 7,68% dan tingkat pencernaan berat kering 25,92%. *Trichoderma* sp. memiliki tingkat pencernaan protein 16,40% dan pencernaan berat kering sebesar 30,15%. Tingkat pencernaan protein yang dihasilkan oleh *Penicillium* sp. sebesar 28,89% dan pencernaan berat kering sebesar 31,84%. Dilihat dari hasil tersebut menunjukkan bahwa *Penicillium* sp. memiliki daya kerja yang lebih baik, hal ini karena dalam fermentasi tepung bulu ayam isolat jamur ini menghasilkan zat antibiotik yang dapat digunakan sebagai bahan pelengkap pakan untuk meningkatkan nilai gizi HBA dan membantu proses pencernaan HBA dalam tubuh. Tingkat pencernaan berat kering pun disebabkan karena *Penicillium* sp. menghasilkan enzim keratinase yang mampu mendegradasi keratin (Ketaren 2008).

Penggunaan HBA hasil pemrosesan dengan berbagai cara memberikan respon yang positif terhadap pencernaan bahan kering dan protein. HBA yang terbentuk dari semua proses memiliki kelebihan asam amino dalam jumlah asam amino leusin, isoleusin, dan valin yang bermanfaat dalam membantu sintesis protein mikroba rumen. Taraf penggunaan HBA untuk pakan ternak memiliki batasan antara 2%-3%. Taraf ini merupakan taraf yang paling maksimal dalam membantu meningkatkan pencernaan bahan kering maupun protein (Puastuti & Mathius 2007).

Bulu ayam memiliki potensi sebagai pakan ternak ruminansia, karena kandungan protein (keratin) sebesar 80%-90% yang bermanfaat bagi ternak. Pemakaian protein (keratin) pada bulu ayam harus melalui proses terlebih dahulu. Proses yang dapat digunakan ada beberapa cara yakni secara fisik, kimiawi dan asam, kimiawi dan basa, serta mikrobiologi. Teknik fisik meningkatkan pencernaan protein sebesar 76%. Teknik kimia dengan asam meningkatkan pencernaan bahan kering sebesar 59,83%. Teknik kimia dengan basa meningkatkan pencernaan bahan kering sebesar 64,4%. Teknik mikrobiologi meningkatkan pencernaan protein sebesar 54,20%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang membantu kami dalam penyelesaian penulisan jurnal ini dan sumber-sumber data yang kami gunakan sebagai acuan dalam penyelesaian studi literatur kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad W. 2001. Potensi Limbah Agroindustri sebagai Pakan Sapi Perah. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Adiati U, Puastuti W, Mathius IW. 2004. Peluang pemanfaatan tepung bulu ayam sebagai bahan pakan ternak ruminansia. *Wartazoa* 14 (1): 39-44.
- Aderibigbe AO, Chruch DC. 1983. Feather and hair meal for ruminant. *J Anim Sci* 56: 1198-1207.
- Haurowitz F. 1984. *Biochemistry An Introduction Textbook*. John Willey and Sons Inc., New York.
- Ketaren N. 2008. Pemanfaatan limbah bulu ayam sebagai sumber protein ayam pedaging dalam pengelolaan lingkungan hidup. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Parakkasi A. 1999. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia*. UI Press, Jakarta.
- Puastuti W, Yulistiani D, Mathius IW. 2004. Bulu ayam yang diproses secara kimia sebagai sumber protein by pass rumen. *JITV* 9 (2): 73-80.
- Puastuti W. 2007. Teknologi pemrosesan bulu ayam dan pemanfaatannya sebagai sumber protein pakan ruminansia. *Wartazoa* 17 (2): 53-60.
- Puastuti W, Mathius IW. 2007. Efisiensi penggunaan protein pada berbagai taraf substitusi hidrolisat bulu ayam didalam ransum domba. *JITV* 12(3): 189-194.
- Suryaningrum LH. 2011. Pemanfaatan bulu ayam sebagai alternative bahan baku pakan ikan. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akiakultur*: 1031-1036.
- Zerdani I, Faid M, Malki A. 2004. Feather wastes digestion by new isolated strains *Bacillus* sp. *African J Biotechnol* 3 (1): 67-70.

Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva *Hermetia illucens* untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan

Optimization of bioconversion by using mini larvae *Hermetia illucens* to address aquafeeds shortage

MELTA RINI FAHMI

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Jl. Perikanan No 13 Pancoran Mas, Depok 16436, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-21-7520482. ✉email: meltarini.fahmi@kkip.go.id

Manuskrip diterima: 9 Desember 2014. Revisi disetujui: 12 Januari 2015.

Abstrak. Fahmi MR. 2015. *Optimalisasi proses biokonversi dengan menggunakan mini-larva Hermetia illucens untuk memenuhi kebutuhan pakan ikan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 139-144.* Biokonversi merupakan sebuah proses alami yang melibatkan larva serangga untuk menyerap nutrient dari limbah-limbah organik menjadi biomasa larva serangga. Larva ini akan menjadi sumber protein dan lemak hewani untuk kebutuhan budidaya ikan. Dalam proses biokonversi banyak menggunakan larva serangga *Hermetia illucens* (Famili; Stratiomyidae, Ordo; Diptera) karena merupakan agen biodegradasi. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap, pertama yaitu mempelajari siklus hidup serangga *H. illucens* untuk mendapatkan larva serangga atau dikenal dengan istilah maggot; tahap kedua yaitu pemanfaatan maggot dalam mendegradasi limbah organik dan tahap ketiga aplikasi maggot sebagai bahan baku pakan ikan gurame (60 g). Hasil penelitian menunjukkan telur *H. illucens* akan menetas setelah 3 hingga 6 hari, fase larva terjadi selama 3 hingga 4 pekan, fase pre-pupa akan meninggalkan sumber makanan dan menuju tempat yang lebih kering dan pupa akan menetas setelah satu pekan, lama hidup serangga dewasa yaitu 1-2 pekan. Magot memiliki kemampuan yang baik dalam mendegradasi limbah organik, kandungan nutrisinya mencapai 45-50% dan 24-30% masing-masing untuk protein dan lemak. Ikan gurame yang digunakan pada penelitian ini mencapai bobot 300-400 g selama lima bulan pemeliharaan.

Kata kunci: Biokonversi, *Hermetia illucens*, maggot, limbah organik dan pakan ikan

Abstract. Fahmi MR. 2015. *Optimization of bioconversion by using mini larvae Hermetia illucens to address aquafeeds shortage. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 139-144.* The bioconversion is a natural process consisting of extracting nutrient residue from by-products being converted into biomass of insect larvae. This is a new source of animal proteins and fats for aquaculture. The insect in the bioconversion process (*Hermetia illucens*, F. Stratiomyidae, O. Diptera) or Black Soldier Fly (BSF) is well known as the best biodegradation agents. The study consisted of three steps, (i) investigating the biology and life-cycle of *H. illucens* to collect its mini-larvae (maggot), (ii) bioconversion of organic wastes such Palm Kernel Meal (PKM) using maggot, and (iii) the use of maggot as a basic source for feeding Red Gouramy (*Osporonemus gouramy*) (±60 g). The eggs of *H. illucens* hatched within 3 to 6 days, the larvae stage spent 3 to 4 weeks, the pre-pupae leave feeding site to drier place, the pupae reached adult's stage in about 1 weeks and the adults longevity ranged from 1 to 2 weeks. The maggot showed good ability to degrade organic waste; indicated by the nutrient content of the larvae, which contributes 45-50% and 24-30% for protein and fat respectively. The fish used in this study gained weight 300 to 400 g within five months.

Key words: Bioconversion, *Hermetia illucens*, maggot, organic waste and fish feed

PENDAHULUAN

Semenjak paten internasional produksi maggot keluar dengan nomor publikasi WIPO: WO/2009/136057 dan nomor aplikasi PCT/FR2009/050592 dan paten di Thailand (Thailande nomor 0901001753) tahun 2009, hingga saat ini kegiatan produksi maggot sebagai agen biokonversi hampir tidak pernah terpublikasi lagi. Pada awalnya kegiatan biokonversi diarahkan pada pengolahan limbah pabrik minyak inti sawit (PKO) berupa bungkil kelapa sawit (PKM) untuk pemenuhan kebutuhan pakan ikan. Namun seiring perkembangan waktu PKM tidak diklasifikasikan sebagai limbah karena memiliki nilai ekonomis untuk

beberapa tujuan diantaranya sebagai bahan pakan ternak dan bahan bakar (Adesehinwa 2007). Produksi maggot ukuran kecil (*mini larvae*) akhirnya menjadi solusi ketergantungan proses biokonversi dari pemanfaatan PKM menjadi limbah organik lainnya (Hem 2011). Dengan adanya teknologi baru pada proses biokonversi sangat diharapkan dapat memberi solusi pada krisis sumber protein pakan ikan.

Perkembangan akuakultur selama 15 tahun terakhir (dari tahun 1984 hingga tahun 2000) terus mengalami kemajuan yang pesat, produksinya meningkat dari 13 hingga 36 juta ton (FAO 2004). Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, akuakultur juga memacu

potensinya untuk terus berkembang dalam upaya memenuhi kebutuhan protein masyarakat. Peningkatan produksi akuakultur secara otomatis meningkatkan kebutuhan akan pakan ikan. Namun disisi lain tepung ikan sebagai salah satu sumber protein penting dalam formulasi pakan ikan, mulai mengalami fase stagnan semenjak tahun 90-an. Kondisi ini tentu menjadi kendala yang cukup besar bagi pertumbuhan budidaya perikanan. Untuk menghadapi masalah tersebut maka dilakukan upaya untuk mencari pengganti tepung ikan (*fishmeal replacement*). Beberapa penelitian telah berhasil menemukan bahan-bahan pengganti tepung ikan, seperti penggunaan tepung keong, bulu ayam, kedele dan bungkil kelapa sawit (*Palm Kernel Meal*; PKM). Namun pada tahap aplikasi umumnya bahan-bahan tersebut mengalami kendala yaitu ketersediaan yang masih terbatas dan sebagian bahan baku juga digunakan oleh manusia sebagai sumber protein seperti tepung kedele (IRD 2004).

Oleh karena itu dibutuhkan sumber protein yang tersedia dalam jumlah melimpah dan tidak bersaing dengan manusia dalam pemanfaatannya (Fahmi et al. 2009), seperti limbah organik. Namun sebagian besar limbah organik atau limbah organik yang tersedia dalam jumlah berlimpah umumnya berasal dari tumbuhan (nabati), sehingga pemberian limbah organik secara langsung kepada ikan sebagai hewan monogastrik tidak dapat dilakukan (Warburton dan Hallman 2002; Hem et al. 2008). Sehingga dibutuhkan sebuah proses transformasi dari protein nabati menjadi hewani yaitu melalui proses biokonversi.

Biokonversi merupakan proses perombakan limbah organik menjadi sumber energi metan melalui proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur dan larva serangga (family: Chalcididae, Mucidae, Stratiomyidae) (Newton et al. 2005, Warburton dan Hallman 2002). Biomas agen biokonversi selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pakan ikan. Hingga saat ini bahan baku pakan ikan sebagian besar diperoleh dari import terutama sumber protein (tepung ikan). Untuk mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan maka perlu diupayakan pengganti tepung ikan dengan kriteria sebagai berikut dapat diproduksi dalam jumlah masal,

mudah didapatkan dan memiliki kandungan nutrisi yang baik (Fahmi et al. 2009).

Larva serangga *Hermetia illucens* (famili: Stratiomyidae, Genus: *Hermetia*) banyak di temukan pada limbah-limbah organik dan tidak dilaporkan sebagai agen penyebar penyakit (Newton et al. 2005). Salah satu kunci keberhasilan proses biokonversi dengan menggunakan magot adalah kemampuan memproduksi magot kecil dalam jumlah banyak dan selanjutnya digunakan sebagai agen perombak berbagai limbah organik (WIPO: WO/2009/136057; Fahmi et al. 2007; Tomberlin et al. 2009). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi paten produksi mini-larve dalam mendekomposisi berbagai limbah organik dan sebagai pakan ikan alternatif

BAHAN DAN METODE

Pengamatan siklus hidup serangga *Hermetia illucens* dilakukan di ruang terkontrol (Gambar 1), meliputi jumlah telur per induk betina, siklus hidup dan proses metamorfosa /moulting serangga, pertumbuhan magot dan jumlah telur serangga yang dihasilkan setiap pekan selama sepuluh bulan pengamatan.

Proses biokonversi dengan menggunakan magot dilakukan terhadap beberapa limbah organik diantaranya ampas tahu, ampas kelapa, limbah pasar dan bungkil kelapa sawit (PKM). Perlakuan yang diberikan sebagai berikut (i) PKM, (ii) limbah pasar + limbah ikan + PKM, (iii) ampas tahu, (iv) ampas tahu + PKM fermentasi, (v) ampas kelapa dan (vi) ampas kelapa + PKM fermentasi. Pengamatan meliputi bobot tubuh dan kandungan nutrisi

Uji coba magot sebagai pakan ikan dilakukan terhadap hewan uji yaitu ikan gurame padang (*Osfrophemous gourame*) ukuran 50-58 g. Magot diberikan dua kali sehari sebanyak 3% bobot tubuh dalam bentuk kering. Magot yang diberikan terdiri dari dua jenis yaitu magot yang ditumbuhkan pada media PKM dan magot yang ditumbuhkan pada media PKM+limbah pasar +limbah ikan.



Gambar 1. Ruang terkontrol (*insectariums*) untuk koleksi telur serangga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus hidup *Hermetia illucense*

Secara alami serangga *Hermetia illucense* betina meletakkan telurnya disekitar sumber makanan, seperti di sekitar peternakan ayam, tumpukan limbah bungkil sawit, disekitar kotoran hewan. Berdasarkan fakta yang ditemukan dilapangan maka di dalam kandang kultur serangga ditempatkan bungkil kelapa sawit yang telah difermentasi dengan menggunakan air, selanjutnya disekitar bungkil fermentasi ditempatkan daun pisang yang telah kering sebagai tempat untuk meletakkan telur serangga seperti Gambar 2. telur serangga *H. illucense* berwarna putih dan bulat lonjong

Telur serangga *H. illucense* menetas setelah 3-6 hari, hal ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Myers et al. (2008), Tomberlin et al. (2002), Sheppard et al. (2002). Selama 10 bulan pengamatan jumlah rata-rata telur yang dihasilkan dari kandang serangga mencapai 1 kg perbulan seperti pada grafik Gambar 3. Angka ini diperoleh dari telur yang berhasil dikoleksi ditempat yang telah disediakan sedangkan pada kenyataannya serangga *H. illucense* juga meletakkan telur-telur disela-sela tembok atau wadah-wadah lainnya. Hasil penelitian menunjukkan jumlah telur yang dihasilkan oleh serangga betina berkisar antara 400 hingga 1200 butir. Telur yang telah dikoleksi selanjutnya dipelihara hingga dewasa untuk melihat table kehidupannya yang meliputi larva, prepupa, pupa dan serangga dewasa.

Larva serangga *H. illucense* lebih dikenal dengan istilah maggot (Fahmi et al. 2009), merupakan fase yang paling lama dalam siklus hidupnya. Hal ini berbeda dengan serangga domestic seperti *Challiforidae* dan *Mucidae* yang memiliki fase larva lebih pendek dibandingkan dengan fase dewasa (*fly*) Asnil (2006). Fenomena ini yang banyak dijadikan sebagai landasan untuk mengelompokkan larva *H. illucense* (maggot) sebagai agen biokonversi karena sebagian besar fase hidupnya berperan sebagai decomposer (larva). Fase dewasa serangga *H. illucense* merupakan fase dengan yang cukup pendek yaitu 6-8 hari, jika dibandingkan dengan fase dewasa serangga domestic yang memiliki fase dewasa selama 2 hingga 3 bulan, fenomena ini menunjukkan larva *H. illucense* tidak terindikasi sebagai agen penyebaran penyakit (Asnil 2009; Tomberlin et al. 2002).

Tabel 1. Pertumbuhan bobot maggot pada media pemeliharaan yang berbeda

	PKM	Limbah pasar + Limbah ikan + PKM	Ampas tahu	Ampas tahu + PKM fermentasi	Ampas kelapa	Ampas kelapa + PKM fermentasi
Biomass awal (g)	10	10	10	10	10	10
Biomass setelah 7 hari (g)	120,5	150,5	104,3	125,1	26,3	48,1
Biomass setelah 21 hari (g)	1764,7	2108,8	885,9	1864,6	400,5	503,8

Selama fase larva (maggot) akan terus makan hingga mendekati fase prepupa, selama fase prepupa serangga tidak makan dan akan meninggalkan sumber makanan, selanjutnya akan mencari tempat untuk bernaung hingga memasuki fase pupa (Hem 2011). Fase pupa akan berlangsung selama 6-7 hari dan setelah itu serangga akan bermetamorfosa menjadi serangga dewasa.

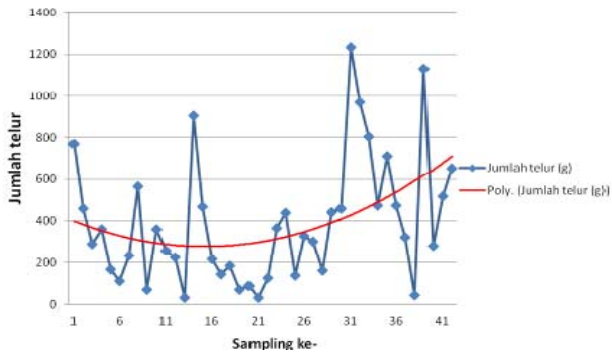
Uji coba maggot sebagai agen biokonversi telah dicoba pada beberapa limbah organik dengan diantaranya PKM, limbah pasar, limbah pasar ikan, ampas tahu dan ampas kelapa. Untuk ampas tahu dan ampas kelapa diberi dua perlakuan yaitu ditambahkan PKM yang telah terfermentasi dan yang tidak. Hal ini dilakukan karena tekstur ampas tahu dan ampas kelapa sangat padat atau memiliki rongga udara yang kecil, untuk memperluas proses aerasi dalam media maka ditambahkan PKM. Hasil pengamatan pertumbuhan bobot maggot disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 terlihat peran bungkil kelapa sawit (PKM) sangat berpengaruh pada media pertumbuhan maggot, dimana pemberian PKM memberikan efek pertumbuhan positif bagi maggot. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Newton et al. (2005) Sheppard et al. (2002) dengan menggunakan kotoran ayam dan kotoran babi memberikan kandungan nutrisi protein 42%, lemak 35% pada kandungan air sebesar 8%.

Magot sebagai pakan ikan gurame

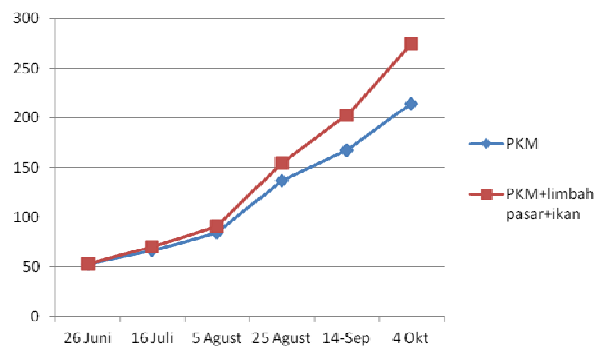
Berdasarkan hasil pengamatan maggot sebagai agen biokonversi diketahui bahwa media yang baik untuk pertumbuhan maggot adalah PKM dan kombinasi PKM, limbah pasar dan limbah ikan. Maggot yang diperoleh dari kedua media tersebut selanjutnya digunakan sebagai pakan ikan gurame. Penelitian pemberian maggot sebagai pakan ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya Ananta (2007) pemberian maggot sebagai pakan benih ikan *Botia* di tiga jenis pakan yang digunakan yaitu cacing tanah, cacing darah dan maggot, menunjukkan pertumbuhan ikan *botia* yang diberi maggot lebih cepat dua kali dibandingkan dengan cacing tanah dan 1,5 kali cacing darah. Pemberian maggot sebagai pakan ikan dalam bentuk segar (*fresh*) juga dilakukan oleh Fahmi et al. (2009) terhadap benih ikan *balashark* yang memberikan efek pertumbuhan 3 kali lebih cepat dibandingkan dengan pakan komersial. Pemberian maggot dalam bentuk segar juga dilakukan terhadap induk ikan *balashark* oleh Chumaidi et al. (2007) yang menunjukkan bahwa pemberian maggot memberikan efek positif terhadap beberapa aspek reproduksi diantaranya jumlah induk yang matang gonad, presentasi pemuahan, dan nilai fekunditas.

Tabel 2. Analisa proximat maggot yang tumbuh di media PKM dan PKM+limbah pasar+limbah ikan

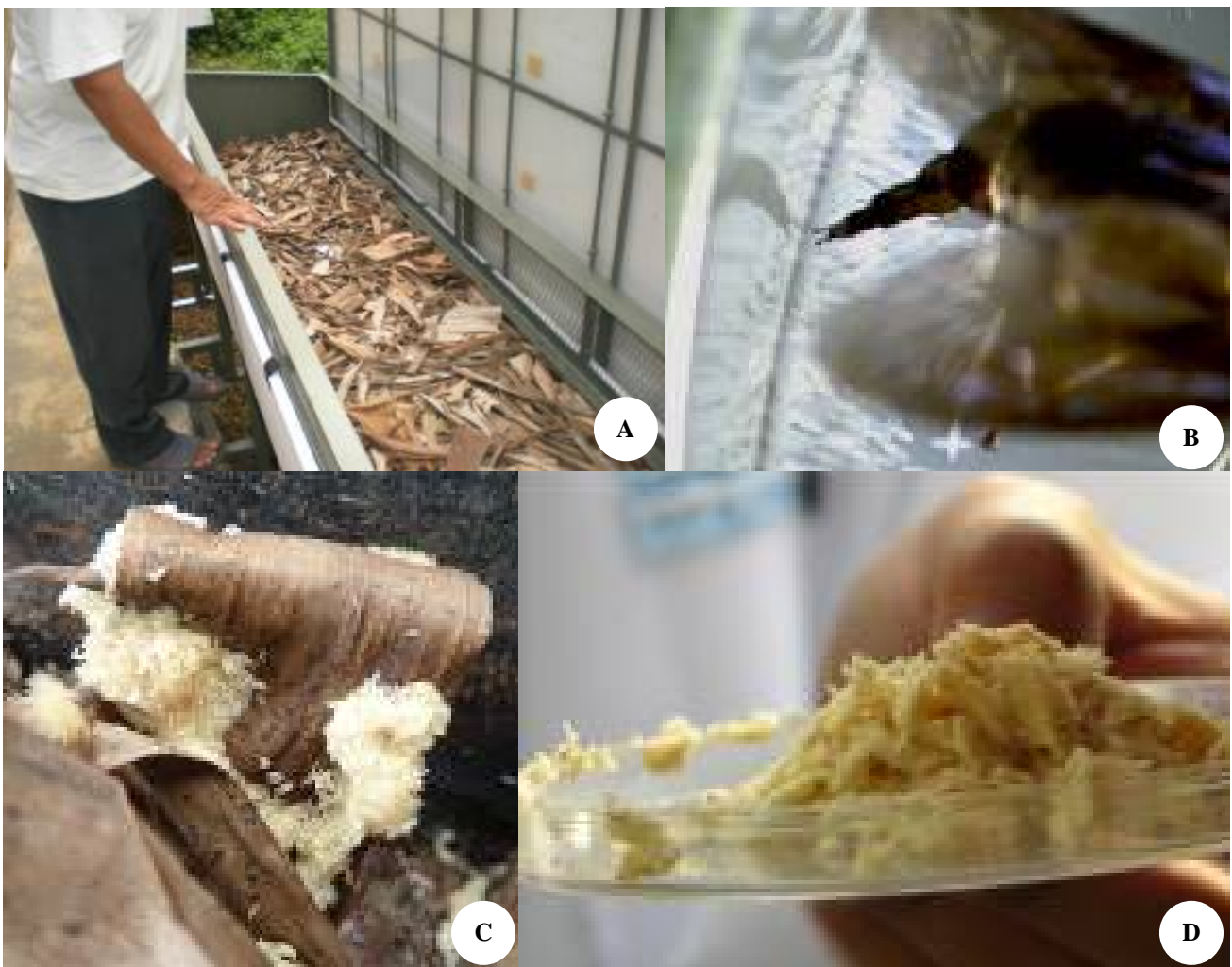
Proksimat	Magot PKM	Magot PKM+ Limbah pasar + limbah ikan
Protein	58,62	60,56
Lemak	13	13,56
Kadar air	2,6	3,2
Kadar abu	7,46	6,26
n-6	0,05	1,73
n-3	0,13	6,77



Gambar 3. Jumlah telur serangga *H. illucense* yang dihasilkan selama 10 bulan pengamatan di insectarium



Gambar 8. Pertumbuhan ikan gurame yang diberi pakan maggot setelah 3 bulan pemeliharaan



Gambar 2. Koleksi telur serangga (a) media fermentasi yang ditutup dengan serasah daun pisang kering (b) serangga betina menempatkan telur dan (c) telur serangga di sela-sela daun pisang kering dan (d) telur yang telah dikoleksi



Gambar 5. Perkembangan larva serangga (maggot) *H. illucense* (a) larva setelah menetas, (b) larva setelah 48 jam menetas (c) larva umur 7 hari dan (d) larva umur 21 hari.



Gambar 6. (a) fase prepupa (b) fase pupa dan (c) serangga *Hermetia illucense* dewasa.



Gambar 7. Perkembangan maggot setelah 2 hari menetas hingga menjadi larva (a) larva 1-7 hari, (b) larva hingga 21 hari dan (c) larva hingga prepupa. Garis = 2 cm.

Pertumbuhan ikan gurame yang diberi pakan maggot yang berasal dari media PKM, limbah pasar dan limbah ikan menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan maggot yang tumbuh di media PKM saja. Hal ini disebabkan oleh kelengkapan kandungan

nutrisi maggot yang berasal dari media kombinasi lebih lengkap dibandingkan dengan maggot yang tumbuh di media PKM saja, data analisa proximat dan omega 3 dan omega 6 maggot disajikan pada Tabel 2.

Produksi telur serangga *Hermetia illucense* dalam jumlah masal menjadi kunci sukses pemanfaatan maggot dalam proses biokonversi, sehingga dibutuhkan penerapan paten produksi mini-larve dalam skala industri. Produksi telur dapat dilakukan dalam kondisi terkontrol dengan media peletakan telur yaitu bungkil kelapa sawit (PKM) yang telah difermentasi. Telur serangga yang dihasilkan dapat mengkonversi berbagai limbah organik seperti sampah organik pasar, limbah produk pengolahan ikan, ampas tahu, ampas kelapa dan yang paling umum digunakan dalam produksi maggot adalah PKM. Maggot memiliki potensi sebagai pakan alternative.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeshinwa AOK. 2007. Utilization of palm kernel cake as a replacement for maize in diets of growing pigs: effects on performance, serum metabolites, nutrient digestibility and cost of feed conversion. *Bulgarian J Agric Sci* 13: 593-600.
- Ananta S 2007. Pertumbuhan benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) yang diberi pakan alami maggot, cacing darah dan cacing tanah. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Jakarta.
- Asnil H. 2006. Tabel kehidupan lalat hijau genus *Chrysomya* (Ordo Diptera: Fam. Calliphoridae) di laboratorium. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. 50 halaman
- Chumaidi, Priyadi A, Subagja J, Hem S. Pematangan gonad ikan Balashark *Balantiocheilus melanopterus*. In Chumaidi, Setyani D, Sudarto (editor) Teknik pembenihan ikan Balashark *Balantiocheilus melanopterus*. Balai Riset Ikan Hias. Balitbang Kelautan dan Perikanan
- Fahmi MR, Hem S dan Subamia IW. 2009. Potensi maggot untuk peningkatan pertumbuhan dan status kesehatan ikan. *Jurnal Riset Akuakultur* 4 (2): 221-232.
- Fahmi MR, Hem S, Subamiya, IW. 2007. Potensi Maggot Sebagai Sumber Protein Alternatif. Prosiding Seminar Nasional Perikanan II. UGM. Yogyakarta.
- FAO. 2004. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries Department. Rome.
- Hem S, Toure S, Sagbla C, Legendre M. 2008. Bioconversion of palm kernel meal for aquaculture: Experiences from the forest region (Republic of Guinea). *African J Biotechnol* 7 (8): 1192-1198.
- Hem S, Fahmi MR, Chumaidi, Maskur, Hadadi A, Supriyadi, Ediwarman, Larue M, Pouyou L. 2008. Valorization of palm kernel meal via bioconversion: Indonesia's initiative to address aquafeeds shortage. *Fish for the People* vol. 6 (2): SEAFDEC. Bangkok Thailand.
- Hem S. 2011. Final report Project FISH-DIVA: Maggot-bioconversion research program in Indonesia concept of new food resources results and applications 2005-2011. Centre for Aquaculture Research and Development. Jakarta
- IRD. 2004. Prospective work result & plans for feature program of bioconversion prossecing by product from argo industries in Indonesia & the valorization via aquaculture: Application with palm kernel meal. Annual report. IRD, Jakarta
- Newton L, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value- added tool for the management of swine manure. Report for The Animal and Poultry waste Management Center. North Carolina State University Raleigh.
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D. 2008. Development of black soldier fly (Diptera:Stratiomyidae) larvae fed dairy manure. *Environ Entomol* 37: 11-15.
- Sheppard C, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser BC, Sumner SM. 2002. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *J Med Entomol* 39: 695-698
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA. 2002. Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) reared on three artificial diets. *Ann Entomol Soc Am* 95: 379-386.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM. 2009. Development of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature. *Environ Entomol* 38: 930-934.
- Warburton K, Hallman V. 2002. Processing of material by the soldier fly, *Hermetia illucens*. In: Warburton K, McGarry UP, Ramage D. 2002. *Integrated Biosystem for Sustainable Development*. RIRDC Publication. Queensland.

Peningkatan hasil jagung dengan menggunakan pupuk organik hayati (POH)

The increase in maize yields using biological organic fertilizer

SULIASIH[✉], SRI WIDAWATI^{✉✉}

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8765066/+62-21-8765062, Email: [✉]lishadari@yahoo.co.id, ^{✉✉}widadomon@yahoo.com

Manuskrip diterima: 3 Desember 2014. Revisi disetujui: 29 Desember 2015.

Abstrak. Suliasih, Widawati S. 2015. Peningkatan hasil jagung dengan menggunakan pupuk organik hayati (POH). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 145-149*. Pemanfaatan pupuk organik hayati (POH) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.) telah dilakukan di kebun percobaan Mikrobiologi-Puslit Biologi-LIPI, Cibinong. Tujuan percobaan untuk mendapatkan kombinasi pemupukan yang cocok untuk tanaman jagung. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 15 perlakuan pemupukan, yaitu: (i) Tanaman kontrol tanpa pupuk, (ii) Sekam kotoran ayam, (iii) Kompos, (iv) Bakteri Pelarut Fosfat (BPF), (v) *Azotobacter*, (vi) *Azospirillum*, (vii) *Rhizobium*, (viii) BPF+*Azotobacter*, (ix) BPF+*Azospirillum*, (x) BPF+*Rhizobium*, (xi) BPF+sekam kotoran ayam, (xii) Bakteri Penambat Nitrogen /BPN (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*)+sekam kotoran ayam, (xiii) BPF+BPN, (xiv) BPF+BPN+sekam kotoran ayam, dan (xv) Kompos+ kotoran ayam, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Hasil menunjukkan penggunaan pupuk hayati dan pupuk organik dapat meningkatkan populasi bakteri tanah setelah perlakuan pemupukan. Demikian juga terjadi peningkatan terhadap pertumbuhan tanaman jagung terutama tinggi tanaman dan berat kering brangkasan serta meningkatkan hasil tongkol jagung dan indeks panen dibandingkan kontrol tanaman tanpa pupuk. Demikian juga penggunaan POH dapat meningkatkan populasi bakteri tanah setelah panen. Hasil tongkol jagung (907,2 gram) dan indeks panen (58,15%) tertinggi, serta aktivitas enzim fosfomonoesterase dan P tersedia tertinggi didapat oleh tanaman yang diberi perlakuan pupuk organik hayati (BPF+BPN+sekam kotoran ayam).

Kata kunci: Pupuk hayati, pupuk organik, jagung, *Zea mays*

Abstrak. Suliasih, Widawati S. 2015. *The enhancement of corn yields using organic bio-fertilizer*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 145-149*. In order to study the effect of organic bio-fertilizer (POH) on the growth and yield of corn (*Zea mays* L.), an experiment has been carried out at the experimental farm of Microbiology-Research Center for Biology-LIPI, Cibinong. The study is aimed to obtain a suitable combination of fertilization for corns. The experiment was set as randomized block design (RBD) with 15 fertilization treatments, namely: (i) Control plant without fertilizer, (ii) Chaff chicken manure, (iii) Compost, (iv) Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB), (v) *Azotobacter*, (vi) *Azospirillum*, (vii) *Rhizobium*, (viii) PSB + *Azotobacter*, (ix) PSB + *Azospirillum*, (x) PSB + *Rhizobium*, (xi) PSB + chaff chicken manure, (xii) Nitrogen-Fixing Bacteria/NFB (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*) + chaff chicken manure, (xiii) PSB + NFB, (xiv) PSB + NFB+ chaff chicken manure, (xv) Compost + chicken manure. Each treatment was triplicate. The results showed that the use of organic bio-fertilizers increased grain yield and harvest index compared to control plants without fertilizers. Furthermore, using POH increased soil bacteria population after harvesting. The highest grain yield (907.2 grams), harvest index (58.15%), fosfomonoesterase activity and available P, was obtained by plants treated with bio-fertilizer plus organic fertilizer (PSB + NFB + chaff chicken manure).

Keywords: Biofertilizer, organic fertilizer, corn, *Zea mays*

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Di Indonesia jagung merupakan komoditi tanaman pangan penting, namun tingkat produksi belum optimal. Untuk meningkatkan produksi tanaman jagung secara kuantitas, kualitas dan ramah lingkungan diperlukan pupuk. Pupuk yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti dapat meningkatkan produksi dan kualitas tanaman, meningkatkan efisiensi pemupukan dan aman bagi manusia dan binatang. Nitrogen dan fosfor merupakan unsur hara

utama untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Untuk memenuhi kebutuhan N dan P dibutuhkan pupuk kimia dalam jumlah yang banyak, sehingga akan meningkatkan biaya dan menimbulkan kerusakan lingkungan (Wua et al. 2005).

Sehubungan dengan efek samping pupuk kimia, metode pemupukan alternatif seperti penggunaan pupuk organik hayati telah banyak diteliti. Pupuk organik hayati merupakan pupuk dari bahan organik yaitu dari residu tanaman, pupuk hijau, pupuk kandang, juga meliputi mikroba seperti bakteri dan jamur. Pupuk hayati mempunyai keunggulan dalam meningkatkan produksi

tanaman dan memelihara kesuburan tanah secara berkelanjutan (Sharma 2003). Bakteri tanah mempunyai peranan yang penting dalam siklus biogeokimia dan telah banyak digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman. Interaksi tanaman dengan bakteri di daerah perakaran tanaman merupakan suatu hal yang dapat menentukan kesehatan tanaman dan kesuburan tanah. Beberapa bakteri tanah bermanfaat sebagai pupuk hayati (biofertilizer) yang seringkali disebut sebagai “*plant growth promoting rhizobacteria*” (PGPR) dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mengkolonisasi akar tanaman (Hayat et al. 2010). Bakteri penambat nitrogen, seperti *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. dan bakteri pelarut fosfat, seperti *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Enterobacter* sp. dan *Serratia* sp. merupakan bakteri PGPR yang penting dalam penambahan hara tanaman melalui fiksasi N, pelarutan fosfat dan kalium dan menekan patogen, juga sebagai penghasil hormon yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Sturz dan Chrisite, 2003; Rajendran dan Devaraj 2004).

Pengaruh inokulasi benih tanaman dengan PGPR telah meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. Inokulasi tanaman sereal dengan bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat memperlihatkan peningkatan berat basah dan berat kering dan hasil tanaman (Bashan et al. 2004; Cakmake et al. 2006; Yazdani et al. 2009).

Tujuan percobaan adalah untuk mendapatkan pupuk organik hayati yang cocok untuk tanaman jagung dan pengaruhnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

BAHAN DAN METODE

Persiapan inokulan

Bakteri yang diuji ditumbuhkan pada masing-masing media cair. Untuk *Rhizobium* yaitu media Yema, media Mannitol Ashby untuk *Azotobacter* (Subba Rao 1994) dan media Okon (Okon et al. 1977) untuk bakteri *Azospirillum*, sedangkan untuk BPF digunakan media Pikovskaya (Subba Rao 1994). Media yang telah diinokulasi diinkubasi dengan cara di “shaker” pada suhu kamar selama 5 hari. Inokulan dipanen dengan kepadatan bakteri 10^8 cfu/ml larutan media.

Penghitungan bakteri metode “plate count” (Subba Rao 1994)

Sebanyak 10 gram tanah dimasukkan ke dalam 90 ml aquades steril. Kemudian dishaker selama 1 jam dengan kecepatan 120 rpm. Satu ml dari ekstrak tersebut dimasukkan dalam tabung reaksi berisi 9 ml aquadest steril, kemudian di kocok hingga homogen dan dibuat seri pengenceran hingga mencapai pengenceran 10^{-7} . Dari pengenceran tersebut (10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-7}), diambil 0,2 ml dan dimasukkan ke dalam petridis steril, kemudian dituangi masing-masing media selektif kedalamnya, dan diinkubasi selama 3-7 hari pada suhu 28°C . Jumlah populasi bakteri dihitung menurut metode *plate count*. Sedangkan penghitungan populasi dari inokulan cair adalah dengan mengambil 1 ml substrat dan diencerkan dalam seri

pengenceran seperti tersebut di atas. Langkah selanjutnya sama dengan penghitungan tersebut di atas

Aktivitas enzim fosfomonoesterase (PME-ase)

Sebanyak 1 ml supernatan sampel ditambahkan dengan 1 ml substrat p-NPP fosfat 115 Mn dan 4 ml buffer asetat pH 6,5 dan diinkubasikan selama 1 jam pada suhu 38°C . Pada hasil inkubasi ditambahkan 1 ml CaCl_2 0,5M lalu dikocok. Kontrol dibuat dengan prosedur yang sama pada sampel, tetapi penambahan 1 ml larutan substrat dilakukan setelah penambahan 1 ml CaCl_2 0,5M. Sampel dan kontrol diukur absorbannya pada panjang gelombang 400 nm. Standar dan blanko mendapat perlakuan yang sama seperti sampel. Standar menggunakan larutan p-nitrofenol dengan konsentrasi 1-6 ppm, sedangkan untuk blanko menggunakan air destilasi.

Percobaan lapangan

Lahan yang akan digunakan dibersihkan dari sisa tanaman sebelumnya, sisa tanaman yang cukup banyak dibakar, abunya dikembalikan ke dalam tanah. Pengolahan tanah dilakukan dengan membajak tanah dua kali (jarak 1 minggu) sedalam 15-20 cm, kemudian diratakan. Dibuat plot perlakuan 1m x 4m, dan antar plot dibuat saluran drainase sepanjang barisan tanaman, lebar saluran 25-30 cm, kedalaman 20 cm.

Percobaan dilakukan di kebun percobaan bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI Cibinong. Penanaman dilakukan dengan menugalkan 3-4 benih sedalam 5 cm dengan jarak tanam 75 x 40 cm. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan percobaan terdiri dari tanaman tanpa pupuk/ control (1), tanaman + sekam dan kotoran ayam (2), tanaman + kompos (3) tanaman + inokulan bakteri pelarut fosfat/BPF (4), tanaman + inokulan bakteri *Azotobacter* (5), tanaman + inokulan bakteri *Azospirillum* (6), tanaman + inokulan bakteri *Rhizobium* (7), tanaman + inokulan BPF + inokulan *Azotobacter* (8), tanaman + inokulan BPF + inokulan *Azospirillum* (9), Tanaman + inokulan BPF + inokulan *Rhizobium* (10), tanaman + inokulan BPF + sekam dan kotoran ayam (11), tanaman + bakteri penambat nitrogen/BPN (*Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*) + sekam dan kotoran ayam (12), tanaman + inokulan BPF + BPN (13), tanaman + inokulan BPF + BPN + sekam dan kotoran ayam (14), dan tanaman + sekam dan kotoran ayam (15). Dosis pupuk yang digunakan variatif. Inokulan bakteri 2,5 kg/petak (satu lubang tanam = 5 gram inokulan), kompos 10 kg/petak, dan kotoran ayam + sekam 10 kg/petak. Pemberian air dilakukan melalui parit antar plot sesaat setelah selesai penanaman, pemberian air biasanya 4-5 hari sekali sampai umur 21 hari. Penyiangian dilakukan pada umur 14, 28 dan 42 hst, sedangkan pembumbunan pada umur 21, 36 dan 48 hst. Penjarangan dilakuakn pada umur 14 hst dengan menyisakan 2 tanaman/lubang. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman pada umur tanaman 3, 6 dan 9 minggu, berat basah dan kering jagung, jumlah jagung, berat kering brangkas, populasi bakteri tanah (metoda *plate count* dan, aktivitas enzim fosfatase pada tanah setelah panen.

Analisis data

Analisa data dihitung dengan menggunakan SPSS software dan beda antar perlakuan digunakan Duncan's multiple range test (DMRT) pada taraf $p < 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah populasi bakteri BPF, BPN (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*) pada tanah sebelum pemupukan adalah berkisar antara $6-45 \times 10^3$ (baris 0). Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk ke dalam golongan tanah tidak subur, sehingga untuk penumbuhan suatu tanaman di daerah tersebut, harus disertai dengan penambahan inokulan padat dan cair (Tabel 1). Menurut

Obaton (1977), tanah subur harus mengandung mikroba indigenus minimal sebesar 10^7 . Jumlah populasi mikroba juga tergantung pada jenis dan banyaknya tanaman yang tumbuh pada habitat tersebut. Hal ini terlihat setelah tanah ditanami jagung dan diinokulasi dengan bakteri, maka populasinya naik menjadi antara $4-300 \times 10^3$ (Tabel 2). Seperti pada percobaan Widawati dan Suliasih (2006), ternyata pemberian inokulan sebagai pupuk hayati menaikkan populasi bakteri yang dapat melarutkan fosfat terikat dalam tanah dan nitrogen dari udara dan tanah, sehingga tersedia bagi tanaman. Selanjutnya dikemukakan juga oleh Alexander (1977), bahwa efektivitas BPF dan BPN yang dapat melarutkan fosfat terikat dalam proses mineralisasi senyawa P organik melalui aktivitas enzimatis yang melibatkan enzim fosfatase, fitase, dan nuklease akan menghasilkan P terlarut yang tersedia bagi tanaman.

Tabel 1. Hasil analisa tanah percobaan

Parameter uji	Hasil uji				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	
pH H ₂ O	4,96	Asam	5,04	5,21	5,06
pH KCl	4,21	Sangat asam	4,09	4,92	4,26
N total (%)	0,21	Rendah	0,32	0,24	0,26
C organik (%)	4,01	Tinggi	3,05	3,11	3,46
P ₂ O ₅ (mg/100g)	11,21	Sangat rendah	14,04	15,11	14,14
K ₂ O (mg/100g)	9,05	Sangat rendah	10,11	11,04	11,21
KTK (mg/100g)	14	Rendah	18	19	20
K (mg/100g)	0,14	Rendah	0,12	0,16	0,15
Na (mg/100g)	0,10	Rendah	0,10	0,10	0,10
Ca (mg/100g)	4,21	Rendah	4,04	4,91	3,04
Mg (mg/100g)	2,11	Tinggi	2,14	2,06	2,11
Fe (ppm)	18		19	27	11
Air (ppm)	9		8	6	11
Cu (ppm)	2		3	2	1
Zn (ppm)	3		4	2	3
Al (mg/100g)	1,02		1,04	0,92	0,84

Tabel 3. Analisa PME-ase dan P tersedia sebelum dan sesudah pemupukan

Perlakuan	PME-ase ($\mu\text{gPNP/g/jam}$)				P tersedia (mg/l)			
	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Sampel4	Sampel1	Sampel2	Sampel3	Sampel4
1	0,68 a	0,19 a	0,15 a	0,27 a	0,84 a	1,03 a	0,91 a	0,71 a
2	0,68 a	0,21 a	0,16 ab	0,29 b	0,84 a	1,76 c	1,23 bc	1,21 c
3	0,68 a	0,26 b	0,16 ab	0,28 a	0,84 a	1,71 b	1,02 a	1,15 b
4	0,68 a	0,30 de	0,18 d	0,35 e	0,84 a	3,31 i	2,57 f	3,09 m
5	0,68 a	0,26 b	0,20 f	0,31 c	0,84 a	5,05 k	3,09 g	1,97 l
6	0,68 a	0,29 cd	0,36 k	0,32 d	0,84 a	2,15 e	3,39 h	1,40 e
7	0,68 a	0,30 de	0,17 cd	0,35 e	0,84 a	3,94 j	5,03 i	3,32 n
8	0,68 a	0,30 de	0,26 h	0,36 e	0,84 a	10,0 l	3,05 g	1,64 j
9	0,68 a	0,26 b	0,20 f	0,35 e	0,84 a	3,02 g	1,40 de	1,71 k
10	0,68 a	0,28 bcd	0,19 e	0,35 e	0,84 a	2,66 f	1,53 e	1,49 f
11	0,68 a	0,27 bc	0,20 f	0,37 fg	0,84 a	11,2 n	1,18 b	1,52 g
12	0,68 a	0,26 b	0,32 j	0,38 g	0,84 a	11,0 m	1,23 bc	1,60 i
13	0,68 a	0,27 bc	0,24 g	0,38 g	0,84 a	3,21 h	1,35 cd	1,57 h
14	0,68 a	0,32 e	0,30 de	0,39 h	0,84 a	11,8 o	7,32 j	4,99 o
15	0,68 a	0,18 a	0,17 cd	0,31 c	0,84 a	2,12 d	1,02 a	1,30 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan, Sampel 1 = Tanah sebelum dipupuk, Sampel 2 = Tanah telah ditanami dan diberi perlakuan, Sampel 3 = Tanah setelah baby corn muncul dan di beri inokulan bakteri bentuk cair, Sampel 4 = Tanah setelah panen jagung

Tabel 2. Populasi tanaman sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.

Perlakuan	Populasi bakteri (10^3) cfu/g tanah			BPF
	<i>Rhizobium</i>	<i>Azotobacter</i>	<i>Azospirillum</i>	
0	45	6	24	7
1	84	64	94	13
2	142	57	18	43
3	106	70	48	73
4	153	111	166	85
5	97	32	235	12
6	95	80	31	47
7	197	260	219	129
8	90	32	62	24
9	121	80	70	4
10	264	30	134	30
11	299	43	81	90
12	153	105	300	14
13	264	13	41	85
14	273	79	74	66
15	246	66	93	64

Keterangan: 0 = Populasi bakteri sebelum perlakuan; 1-15 = Perlakuan pemupukan

Tabel 4. Nilai rata-rata tinggi tanaman, berat kering brangkasan dan tongkol jagung serta indeks panen

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Berat kering (gram)/plot		Indeks panen (%)
		Brangkasan	Tongkol	
1	169,70 a	12800 b	4222 a	37,40
2	181,03 ab	12640 b	5088 d	40,25
3	181,37 a b	11680 a	4992 c	42,74
4	222,37 ab	12000 a	6361 h	50,00
5	224,71 b	12480 d	8351 m	37,89
6	221,37 ab	14272 c	5401 e	38,80
7	194,60 ab	13920 c	7752 l	50,15
8	197,70 ab	15456 e	6335 g	47,93
9	233,04 b	13216 b	7104 j	44,69
10	200,05 ab	15040 d	6361 h	49,42
11	191,60 ab	13600 bc	6721 i	48,95
12	210,37 ab	12160 a	5952 f	49,29
13	186,70 ab	14560 cd	7176 k	56,80
14	214,03 ab	15601 e	9072 n	58,15
15	205,63 ab	14080 c	4752 b	39,34

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan

Tabel 3. menunjukkan hasil analisa enzim fosfomonoesterase (PME-ase) dan P tersedia pada tanah sebelum dan sesudah penanaman jagung. Terlihat adanya penurunan enzim PME-ase sampai masa keluarnya jagung muda, dan pada saat panen terlihat mulai adanya kenaikan enzim PME-ase. Sebaliknya, terjadi peningkatan P tersedia pada tanah setelah perlakuan pemupukan pada berbagai perlakuan pemupukan dan pada saat pertumbuhan baby corn, dan terlihat adanya penurunan pada beberapa perlakuan pada contoh tanah setelah panen.

Tabel 4. Penggunaan pupuk organik hayati (POH) dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung secara nyata dibandingkan tanaman kontrol tanpa pemupukan. Tinggi tanaman tertinggi (233 cm) didapat

oleh tanaman yang dipupuk dengan inokulan campuran (BPF + *Azospirillum*). Demikian juga berat kering brangkasan dapat ditingkatkan dengan penggunaan inokulan tunggal maupun campuran. BK brangkasan berkisar antara 11.200 gram untuk tanaman kontrol sampai 15.601 gram (perlakuan 14 yaitu inokulan BPN+BPF+sekam kotoran ayam). Terjadi peningkatan berat kering tongkol jagung yang diberi perlakuan 14 sebesar 54 % dibandingkan kontrol. Demikian juga terjadi peningkatan yang nyata pada indeks panen. Indeks panen merupakan perbandingan berat kering tongkol jagung dengan berat kering brangkasan. Terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, indeks panen tertinggi didapat oleh tanaman dengan perlakuan inokulasi BPN+BPF+sekam kotoran ayam (58,15%) dan terendah adalah kontrol (37,40%) .

Pembahasan

Pupuk organik hayati (POH) yang digunakan dalam percobaan ini mempunyai pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung yang ditanam pada skala lapangan. Inokulasi benih jagung dengan POH dapat meningkatkan secara nyata terhadap tinggi tanaman, berat kering brangkasan dan tongkol, serta indeks panen

Hal yang sama terjadi pada penelitian Namazari et al. (2012) yang melaporkan adanya peningkatan sebesar 21,4% berat tongkol jagung yang dipupuk oleh pupuk hayati dibandingkan kontrol. Demikian juga Shaharoon et al. (2006), Sahar et al. (2012), mendapatkan penggunaan inokulan pada benih jagung dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung. Dobbelaere (2001), Yadav et al. 2011 melaporkan bahwa inokulasi biji jagung dengan *Azospirillum* dan *Azotobacter* dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tongkol jagung, serta hara tanaman dibanding kontrol.

Adanya peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman merupakan pengaruh dari bakteri yang dapat mengubah unsur yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, sehingga dapat meningkatkan kandungan N dan P tanaman (Shaikat 2006; Zaidi dan Khan 2006), juga dapat menghasilkan fitohormon seperti IAA (Wua et al. 2005). Sedangkan Eckert et al. (2001), melaporkan bahwa *Azospirillum* dapat digunakan sebagai pupuk hayati karena mampu menambat N 40-60% dari total N pada rotan dan 30% N dalam tanaman jagung. Demikian juga terjadi peningkatan terhadap jumlah populasi bakteri dan enzim fosfomonoesterase pada tanah setelah tanam.

Peningkatan jumlah populasi bakteri pelarut fosfat pada tanah yang dipupuk dengan media tanam + kompos + BPN + BPF + sekam dan kotoran ayam, ternyata diikuti oleh peningkatan aktivitas enzim fosfomonoesterase. Tanah pada petak tersebut menghasilkan aktivitas fosfomonoesterase tertinggi. Hal ini membuktikan bahwa bakteri pelarut fosfat yang terkandung dalam inokulan cair dan padat, efektivitasnya cukup baik dibandingkan dengan yang terkandung dalam pupuk lainnya. Pada beberapa penelitian menurut Ekenler dan Tabatabai (2003), jenis pupuk berpengaruh sangat nyata terhadap aktivitas enzim fosfomonoesterase. Cherr et al., (2006), Wilhelm et al., (2007), melaporkan bahwa produksi asam organik dan

enzim fosfomonoesterase dari bakteri pelarut fosfat mempunyai peranan penting dalam mineralisasi fosfat anorganik dan organik.

Efektivitas bakteri khususnya bakteri yang dapat melarutkan fosfat terikat (BPF dan BPN) juga sangat berkaitan erat dengan cara beradaptasi dari bakteri tersebut dengan lingkungannya (media tanam). Bakteri pelarut fosfat + bakteri penambat nitrogen + kompos + sekam kotoran ayam, merupakan komposisi pupuk organik dan hayati yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil jagung. Pupuk tersebut mampu menaikkan pertumbuhan tinggi, hasil jagung, PME ase, P tersedia, dan populasi bakteri dalam tanah setelah panen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas dana dari PNV, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Eti, Koswara dan Anna yang telah membantu percobaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley & Sons, New York
- Bashan Y, Holguin G, de-Bashan LE. 2004. Azospirillum-plant relationship: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Canadian J Microbiol 50: 521-577.
- Cakmake RI, Aydyn DF, Sahin. 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biol Biochem. 38: 1482-1487.
- Cherr CM, Scholberg JMS, McSorley R. 2006. Green manure approaches to crop production. Agron J 98: 302-319.
- Dobbelaere S, Croonenborghs A, Thys A, Ptacek D, Vanderleyden J, Dutto P, Labandera-Gonzalez D, Caballero_Melado J, Aguirre F, Kapulnik Y, Brener S, Burdman S, Kadouri D, Sarig S, Okon Y. 2001. Respon of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. Australian J Plant Physiol 28: 871-879.
- Eckart, Weber BOB, Kirchoff E, Halbritter A, Stoffelsl M, Hartmann A. 2001. *Azospirillum daeberieinae* sp nov., A nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. Intl J Syst Evol Microb 51: 17-26
- Ekenler M, Tabatabai MA. 2003. Responses of phosphatases and arylsulfatase in soils to liming and tillage systems. J Pl Nutr Soil Sci. 166: 281-290.
- Hayat R, Ali S, Amara U, Khalid R, Ahmed I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Ann Microbiol 60: 579-598.
- Namazari MR, Rahimzadeh-e-Khoei F, Yarnia M, Babaoghli F. 2012. Effect of biological fertilizer and mineral fertilizer on yield and yield component of corn (*Zea mays*) cv. S.C 504. ARPN J Agric Biol Sci 7 (10): 865-870.
- Obaton M. 1977. Effectiveness, Saprophytic and competitive Ability three properties of *Rhizobium* essential for increasing the yield of inoculated legumes. In: Ayanaba A, Dart PJ (eds.) Biological Nitrogen Fixation in Farming Systems of the Tropics. John Wiley & Sons, New York.
- Okon Y, Albrecht SL, Burris RH. 1977. Methodes for growing Spirillum lipoferum and for counting it in pure culture and in association with plants. J Appl Environ Microbiol 33: 85-88.
- Rajendran K, Devaraj P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return on *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land, biomass and bioenergy. 26: 235-249.
- Shaukat K, Affrasayah S, Hasnain S. 2006. Growth responses of *Hellianthus annuus* to plant growth promoting rhizobacteria used as biofertilizer. J Agric Res 1(6): 573-581.
- Sturz AV, Chrisite BR. 2003. Beneficial microbial allelopathies in root zone: The management of soil quqlity and plant disease with rhizobacteria. Soil Till Res 73: 107-123.
- Subba Rao NS. 1994. Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia Press, Jakarta
- Widawati S. dan suliasih.2006. Augmentasi bakteri pelarut fosfat (BPF) potensial sebagai pemacu pertumbuhan caysin (*Brasica caventis* Oed.) di tanah marginal. Biodiversitas 7 (1): 10-14.
- Wilhelm J, Johnson MF, Karlen L, David T. 2007. Corn stover to sustain soil organic carbon further constrains biomass supply. Agron J 99: 1665-1667.
- Wua B, Caob SC, Lib ZH, Cheunga ZG, Wonga KC.2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer,P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. Ganoderma125: 155162.
- Yadav S., Yadav J., and Sing S.G. 2011. Performance of *Azospirillum* for improving growth, yield and yield attributing character of maize (*Zea mays* L.) in presence of nitrogen fertilizer. Res J Agric Sci 2(1): 139-141.
- Yazdani M, Bahmanyar MA, Pirdashti H, Esmaili MA. 2009. Effect of phosphatase solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield and yield component of corn (*Zea mays* L). Proc World Acad Sci Eng Technol 37: 90-92
- Zaidi A, Khan MS. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing mico-organism and *Glomus fasciculatum* on green gram-Bradyrhizobium symbiosis. Turk J Agric For 30: 223-230.

Penambahan pupuk hayati jamur sebagai pendukung pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) pada tanah salin

The addition of fungal biofertilizers as supporting the growth of rice plants (*Oryza sativa*) in saline soil

Y.B. SUBOWO

Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat, Indonesia.
Tel./Fax. +62-021-8765062, email: yosubowo@yahoo.com

Manuskrip diterima: 20 November 2014. Revisi disetujui: 25 Desember 2014.

Abstrak. Subowo YB. 2015. Penambahan pupuk hayati jamur sebagai pendukung pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) pada tanah salin. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 150-154*. Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan pupuk hayati jamur terhadap pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa*) pada tanah salin (tanah mengandung salinitas tinggi). Beberapa jamur tanah, seperti: *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Trichoderma viride* mampu tumbuh pada tanah salin. Jamur-jamur ini juga mampu menguraikan senyawa lignoselulosa, melarutkan senyawa fosfat dan menghasilkan hormon IAA. Selanjutnya jamur di atas dikemas menjadi pupuk hayati jamur dan digunakan untuk pemupukan tanaman padi pada tanah salin. Tujuan penelitian memperoleh data mengenai kemampuan pupuk hayati jamur dalam mendukung pertumbuhan tanaman padi pada lahan salin. Penelitian dilakukan di luar rumah kaca dengan menggunakan pot. Tingkat salinitas tanah yang diuji adalah: 0%, 0,3%, 0,5%, 1% dan 2% dengan menambahkan garam pada tanah pot. Perlakuan pupuk meliputi: tanpa pupuk, kompos, NPK, dan pupuk hayati jamur. Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman padi varietas Ciherang hanya mampu tumbuh pada salinitas 0,3 dan 0,5% diatas salinitas ini tanaman padi tidak hidup. Penambahan pupuk hayati jamur dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Pada salinitas 0,5% dapat meningkatkan tinggi tanaman 67%, jumlah anakan (tiller) 91%, bobot kering biomassa (jerami) 186% dan bobot kering akar 188%.

Kata kunci: Pupuk organik, pertumbuhan, salinitas, tanaman padi

Abstract. Subowo YB. 2015. The addition of fungal biofertilizers as supporting the growth of rice plants (*Oryza sativa*) in saline soil. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 150-154*. Some soil fungi such as *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Trichoderma viride* are able to grow on saline soils. These fungi are also able to degrade lignocellulosic compounds, to dissolve phosphate compounds and to produce IAA hormones. Furthermore, the fungi that are mixed with compost, 10% NPK and 10% guano can be used for fertilizing rice fields. The aim of this research is to obtain data on the ability of the fungi-based bio-fertilizer in supporting the growth of rice plants on saline soils. The study was conducted in Cibinong Science Centre. Rice plants were grown in pots containing soil and compost. Soil salinity levels were set at 0%, 0.3%, 0.5%, 1% and 2%, by adding salt to the growing media in the pot. Fertilizer treatment was including: without fertilizer, compost, NPK, and fungi-based bio-fertilizers. The results showed that the Ciherang rice plants were only able to grow at 0.3% and 0.5% of soil salinity. The addition of the bio-fertilizer increased the growth of rice plants on saline soils. At 0.5% of soil salinity, the addition of the bio-fertilizer increased the plant height by up to 67%, the number of tillers by 91%, the biomass dry weight by 186 % and the root dry weight by 188%.

Keywords: Organic fertilizer, fungus, growth, rice, salinity

PENDAHULUAN

Lahan mengandung garam (tanah salin) semakin banyak terjadi, hal ini berkaitan dengan semakin seringnya terjadi banjir rob (air laut menggenangi daratan). Peningkatan permukaan air laut yang berkaitan dengan perubahan iklim global menjadikan lahan-lahan pertanian pantai yang tadinya subur menjadi tanah miskin hara karena tingkat salinitasnya tinggi dan bersifat alkalin. Pada tanah yang mengandung salinitas tinggi, penyerapan air tanah oleh tanaman menjadi terhambat, Salinitas tanah yang tinggi dapat menyebabkan kandungan nutrient tidak

seimbang, terjadi penumpukan senyawa toksik pada tanaman karena proses infiltrasi air terhambat. Lahan kritis seperti diatas dapat ditingkatkan kesuburannya dengan menggunakan pupuk organik mengandung *Plant Growth Promoter Microbes* (PGPM). PGPM terdiri dari PGPR (*Plant Growth Promoter Rhizobia*) dan PGPF (*Plant Growth Promoter Fungi*).

Beberapa mikroba tanah mempunyai ketahanan tinggi terhadap salinitas dan kondisi alkalin. Bronicka et al (2007) melaporkan bahwa jamur *Penicillium* sp. jumlahnya melimpah pada salinitas tanah 2 dS/m. Tanah ini diambil dari tanah pertanian pada kondisi kering di New South

Wales. Demikian pula jamur *Aspergillus penicilloides* yang diisolasi dari tanah mangrove memerlukan garam untuk pertumbuhannya atau sebagai halophil obligat (Nayak et al 2012). Jamur *Aspergillus niger* dapat membentuk konidia pada media mengandung 1% NaCl sedangkan pertumbuhan maksimum tercatat pada media mengandung 3% NaCl (Mert dan Dizbay 1977). Urja dan Meenu (2010) melaporkan bahwa jamur *Fusarium*, *Gliocladium*, *Penicillium* dan *Trichoderma* merupakan jamur-jamur yang mempunyai toleransi tinggi terhadap kondisi stress.

Selain tahan pada kekeringan dan kondisi salin, jamur *Aspergillus niger* juga mempunyai kemampuan menguraikan senyawa selulosa menjadi senyawa karbon sederhana yang dibutuhkan oleh mikroba tanah sebagai sumber karbon (C). Jamur *Aspergillus niger* PS1.4 mempunyai aktivitas selulase 0,127 unit/ml. Jamur ini juga dapat melarutkan batuan Posfat menjadi senyawa Posfat organik serta mampu menghasilkan hormon IAA (Subowo 2010). Worosuryani et al (2006) melaporkan bahwa jamur *Penicillium* sp. SB42, *Trichoderma* sp. CB21 dan *Aspergillus* sp. CB23 termasuk PGPF yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Jamur-jamur ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman ketimun. Jamur *Penicillium* sp. R7.5 dapat menguraikan lignin, melarutkan batuan Posfat serta menghasilkan hormon IAA (Subowo 2009). Mikroba-mikroba tersebut dapat dikemas menjadi pupuk hayati jamur untuk membantu pertumbuhan tanaman di lahan salin.

Tanaman padi merupakan tanaman pokok penghasil beras. Bahan pangan ini merupakan makanan pokok penduduk Asia, khususnya Indonesia. Dengan semakin banyaknya lahan kritis karena tergenang air laut maka produksi beras akan terganggu, oleh karena itu penelitian untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi terus dilakukan. Penelitian penggunaan mikroba tahan salinitas untuk meningkatkan produktivitas tanaman padi pada lahan salin belum banyak dilakukan sehingga dilakukan penelitian ini. Tujuan penelitian untuk memperoleh data pengaruh pemberian pupuk hayati jamur terhadap pertumbuhan tanaman padi pada lahan salin.

BAHAN DAN METODE

Bibit padi

Bibit padi varietas Ciherang diperoleh dari toko bibit pertanian di Bogor. Varietas ini dipilih karena rasa nasinya enak dan banyak digemari masyarakat khususnya di daerah Jembrana Bali. Varietas ini banyak ditanam oleh petani di pantai Rambut Siwi, Jembrana Bali. Pemilihan benih yang bernas dilakukan dengan memasukkan bibit padi ke dalam air mengandung garam di dalam ember. Benih padi yang terendam adalah benih yang dipilih, kemudian dicuci dengan air biasa (air tawar). Benih padi yang sudah bersih direndam dalam air selama 24-48 jam, kemudian ditiriskan. Persemaian dilakukan dalam bak plastic yang sudah dilapisi dengan daun pisang, kemudian diatas daun pisang diberi campuran tanah dan kompos dengan perbandingan 1:1. Tinggi tanah sekitar 4 cm, benih ditaburkan diatasnya sampai merata, kemudian ditutup dengan lapisan tanah

tipis. Benih dibiarkan tumbuh dan siap dipindahkan ke media tanam setelah berumur 10 hari atau sudah berdaun dua.

Pupuk hayati jamur

Pupuk hayati disiapkan dengan terlebih dahulu menyiapkan jamur yang mempunyai aktivitas menyediakan unsur hara dalam tanah, yaitu: *Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride*. *Aspergillus niger* PS1.4, jamur ini mempunyai kemampuan menguraikan selulosa, aktivitas selulasenya 0,127 unit/ml. Jamur ini juga mempunyai kemampuan melarutkan Posfat anorganik dan menghasilkan IAA. *Penicillium* sp. R 7.5, jamur ini mempunyai kemampuan menguraikan lignin yang cukup tinggi (menurunkan konsentrasi Poly R-478 sebanyak 18,05% dalam waktu 90 menit). Jamur ini juga mempunyai kemampuan melarutkan senyawa Posfat dan menghasilkan IAA. *Trichoderma viride* mempunyai kemampuan menguraikan selulosa dan lignin. Jamur ini juga mampu melarutkan senyawa Posfat anorganik. Ketiga jamur diatas ditumbuhkan dalam media cair, kemudian dipanen miseliumnya. Miselium jamur dicampurkan dengan kompos, NPK 10% dan pupuk guano 10%. Pemupukan tanaman padi dalam pot dilakukan dua kali yaitu pada saat padi berumur 2 minggu dan saat padi berbunga, sebanyak 100 g setiap pot. Pupuk NPK 10 g/pot. Perlakuan pemupukan terdiri: a) Tanpa pupuk b) pupuk kompos c) pupuk NPK d) Pupuk hayati jamur

Media tanam

Media tanam sebanyak 7 kg terdiri dari tanah kebun dicampur kompos dengan perbandingan 3:1. Campuran tanah dimasukkan dalam ember plastic. Perlakuan salinitas yaitu dengan menambahkan garam krosok (garam kasar) ke dalam campuran tanah dan kompos dengan rincian sebagai berikut: (i) Salinitas I (0%) : 7 kg tanah kompos, (ii) Salinitas II (0,3%) : 7 kg tanah kompos + 21 g garam krosok, (iii) Salinitas III (0,5%) : 7 kg tanah kompos + 35 g garam krosok, (iv) Salinitas IV (1%) : 7 kg tanah kompos + 70 g garam krosok, (v) Salinitas V (2%) : 7 kg tanah kompos + 140 g garam krosok.

Penelitian dilakukan di Cibinong Science Centre, Cibinong. Percobaan disusun secara acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi: Tinggi tanaman, jumlah anakan (*tiller*), warna daun, bobot kering biomassa, bobot kering akar, tingkat salinitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penambahan garam kasar (garam krosok/ garam petani) dengan jumlah berbeda ke campuran tanah dan kompos (media tanam) mengakibatkan tingkat salinitas yang berbeda. Penambahan garam dilakukan pada awal sebelum tanam, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan tanaman padi terhadap salinitas tinggi sejak awal. Hal ini juga dialami oleh tanah pertanian yang digenangi air laut karena banjir rob atau tanah-tanah yang terkena tsunami, kandungan garam di dalam tanah sudah tinggi sejak awal,

namun setelah beberapa lama semakin menurun karena tercuci air hujan. Tingkat salinitas yang diuji adalah: 0%; 0,3%; 0,5%, 1% dan 2% (Tabel 1).

Penambahan pupuk hayati jamur yang terdiri *Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi varietas Ciherang pada tanah salin. Pada kadar garam 0,5%, tinggi tanaman dapat mencapai 55,77 cm sedangkan perlakuan yang lain lebih rendah. Pada salinitas yang lebih rendah yaitu 0,3%, tinggi tanaman tidak berbeda dengan perlakuan yang lain sehingga pengaruh pemberian pupuk hayati jamur tidak tampak. Pada tingkat salinitas 1% dan 2%, pemberian pupuk hayati jamur tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi karena tanaman padi yang baru ditanam mengalami kekeringan daun dan batangnya sehingga mati (Tabel 2).

Penambahan pupuk hayati jamur (*Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5, *Trichoderma viride*) dapat meningkatkan jumlah anakan (*tiller*) tanaman padi var Ciherang pada tanah salin 0,5%. Jumlah anakan dapat mencapai 13,33, hal ini lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain. Pada tingkat salinitas 0,3%, jumlah anakan perlakuan pupuk hayati jamur tidak berbeda dengan perlakuan yang lain bahkan di bawah perlakuan pupuk kimia, sedangkan pada tingkat salinitas 1% dan 2% pemberian pupuk hayati jamur tidak nampak berpengaruh karena tanaman mengalami kematian (Tabel 3).

Dari pengamatan morfologi tanaman menunjukkan bahwa salinitas tanah berpengaruh pada pertumbuhan tanaman padi. Pada salinitas 0%, tanaman padi tumbuh normal, warna daun hijau (BWD 5) dan pembungaan dapat berjalan serempak, paling cepat dibandingkan perlakuan salinitas. Salinitas 0,3% padi tumbuh tetapi pertumbuhannya terganggu. Ujung daun mengalami kekeringan, daun berwarna hijau sedikit kekuningan BWD4, waktu pembungaan lebih lambat. Salinitas 0,5%, tanaman padi tumbuh tetapi pertumbuhannya terganggu, ujung daun mengalami kekeringan, daun berwarna hijau kekuningan BWD 4, waktu pembungaan lambat. Salinitas 1% dan 2%, tanaman padi kering dan mengalami kematian (Tabel 4).

Pemberian pupuk hayati jamur (*Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5, *Trichoderma viride*) juga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi varietas Ciherang, hal ini terbukti dari hasil bobot kering biomassa yang diperoleh. Pada tingkat salinitas 0,3% dan 0,5% bobot

kering biomassa (jerami) paling tinggi adalah perlakuan pupuk hayati jamur sedangkan perlakuan yang lain lebih rendah. Pada tingkat salinitas 1% dan 2%, penambahan pupuk hayati jamur tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman padi karena tanaman mengalami kematian (Tabel 5).

Penambahan pupuk hayati jamur (*Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5, *Trichoderma viride*) juga meningkatkan bobot kering akar tanaman padi. Pada salinitas 0,3% dan 0,5% bobot kering akar paling tinggi dicapai perlakuan pupuk hayati jamur (44,90 g) dan (31,91 g) kemudian pupuk kimia, pupuk kompos dan terakhir tanpa pupuk (kontrol). Pada perlakuan salinitas 1% dan 2% penambahan pupuk hayati jamur dan penambahan pupuk lain tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman padi, karena tanaman mengalami kematian (Tabel 6).

Tabel 1. Tingkat salinitas dan pH tanah percobaan tanaman padi

Perlakuan garam (%)	Salinitas (dS/m)	pH tanah
0,0	0,20	6,8
0,3	2,78	7,4
0,5	3,50	7,5
1,0	5,19	7,1
2,0	9,50	7,2

Tabel 2. Tinggi tanaman padi pada tanah salin

Perlakuan	Tanpa garam (cm)	Garam 0,3% (cm)	Garam 0,5% (cm)	Garam 1% (cm)	Garam 2% (cm)
Pupuk Hayati jamur	100,45	65,85	57,77	mati	mati
Pupuk Kimia	87,42	65,50	45,66	mati	mati
Pupuk Kompos	68,47	56,25	34,00	mati	mati
Tanpa pupuk	61,07	67,50	36,50	mati	mati

Tabel 3. Jumlah anakan dalam satu rumpun (*Tiller*) tanaman padi

Perlakuan	Tanpa garam (tanaman)	Garam 0,3% (tanaman)	Garam 0,5% (tanaman)
Pupuk hayati jamur	31,20	13,40	13,33
Pupuk kimia	31,75	16,00	5,33
Pupuk kompos	7,00	4,25	1,00
Tanpa pupuk	5,50	7,00	1,00

Tabel 4. Pertumbuhan tanaman padi varietas Ciherang pada tanah salin

Perlakuan Garam (%)	Salinitas (dS/m)	Morfologi Tanaman
0	0,20	Semua tanaman padi tumbuh normal, tinggi tanaman dan ukuran daun normal, waktu berbunga cepat dan serempak, warna daun hijau, BWD 5
0,3	2,78	Pertumbuhan tanaman padi terganggu, tanaman pendek, ukuran daun lebih pendek, belum berbunga semua, warna daun hijau kekuningan, BWD 4, ujung daun kering
0,5	3,5	Pertumbuhan tanaman padi terganggu, tanaman padi lebih pendek, daun dan tangkainya lebih pendek, semua belum berbunga, warna daun hijau kekuningan BWD 4, ujung daun kering
1	5,19	Semua tanaman padi tidak tumbuh, seedling yang ditanam mengalami kekeringan daun dan batangnya, semua mengalami kematian
2	9,5	Semua tanaman padi tidak tumbuh, seedling yang ditanam mengalami kekeringan daun dan batangnya, semua mengalami kematian

Tabel 5. Bobot kering total tanaman padi varietas Ciherang

Perlakuan	Tanpa garam (g)	Garam 0,3% (g)	Garam 0,5% (g)
Pupuk hayati jamur	92,38	72,64	59,28
Pupuk kimia	68,82	60,54	52,03
Pupuk kompos	36,22	29,34	20,72
Tanpa pupuk	20,37	10,18	5,56

Tabel 6. Bobot kering akar tanaman padi varietas Ciherang

Perlakuan	Tanpa garam (g)	Garam 0,3% (g)	Garam 0,5% (g)
Pupuk hayati jamur	59,23	44,90	31,91
Pupuk kimia	39,78	31,01	31,70
Pupuk kompos	28,83	11,72	11,06
Tanpa pupuk	11,45	6,10	2,29

Pembahasan

Perubahan iklim global yang terjadi pada dekade terakhir ini mengakibatkan naiknya permukaan air laut. Penambahan tinggi air laut yang tidak diimbangi dengan penambahan tinggi tanah diareal pantai menyebabkan terjadinya banjir rob disekitar pantai. Air laut yang menggenangi tanah pertanian di pantai meninggalkan garam, dan menjadikan tanah pertanian pantai yang tadinya subur menjadi tidak cocok untuk pertanian. Garam pada umumnya bersifat toksik sebab terbentuk dari Sodium dan Clorida dan keduanya bersifat toksik pada tanaman bila berada dalam konsentrasi tinggi. Menurut Lauchli dan Epstein (1990) salinitas tanah berpengaruh terhadap tanaman dengan beberapa cara diantaranya: tekanan osmosis, keracunan ion tertentu dan kekacauan nutrisi.

Beberapa jamur tanah dapat hidup pada kondisi salinitas tinggi dan jamur-jamur ini masih dapat melakukan aktivitas *enzymatic*. Dalam penelitian ini digunakan 3 jamur yaitu: *Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride* yang dikemas menjadi pupuk hayati jamur. Ketiga jamur ini dapat membantu pertumbuhan tanaman padi yang ditanam pada lahan salin. Dari penelitian di laboratorium, jamur *Aspergillus niger* PS1.4 dan *Penicillium* sp. R7.5 mempunyai kemampuan menguraikan lignoselulosa. Kedua jamur ini juga mampu melarutkan batuan Posfat dan menghasilkan hormon IAA (Subowo 2010) sedangkan jamur *Trichoderma viride* mempunyai kemampuan melarutkan senyawa Posfat anorganik dan menguraikan selulosa. Pemilihan ketiga jamur ini untuk menyusun pupuk hayati, yang digunakan pada tanaman di lahan salin sudah sesuai. Menurut Worosuryani et al (2006) jamur *Penicillium* sp. SB42, *Trichoderma* sp. CB21 dan *Aspergillus* sp. CB23 termasuk PGPF yang dapat memacu pertumbuhan tanaman. Jamur *Fusarium*, *Gliocladium*, *Penicillium* dan *Trichoderma* merupakan jamur-jamur yang mempunyai toleransi tinggi terhadap kondisi stress (Urja dan Meenu 2010). Bronicka et al (2007) melaporkan bahwa jamur *Penicillium* sp.

jumlahnya melimpah pada salinitas tanah 2 dS/m. Demikian pula jamur *Aspergillus penicilloides* yang diisolasi dari tanah mangrove memerlukan garam untuk pertumbuhannya atau sebagai halophil obligat (Nayak et al 2012).

Dalam penelitian ini digunakan garam kasar atau garam krosok untuk mengatur salinitas tanah. Kandungan garam ini masih serupa dengan air laut karena proses pembuatannya hanya diuapkan tidak melalui proses pemurnian. Garam ini digunakan untuk menggantikan air laut. Kondisi salinitas tanah diatur dari awal, hal ini untuk melihat kemampuan hidup bibit padi (seedling) terhadap tingkat salinitas lahan. Kondisi ini serupa dengan lahan-lahan yang terkena banjir rob atau terkena tsunami, kandungan garam di tanah sudah tinggi sejak terkena air laut. Setelah proses penanaman ternyata bibit padi hanya tumbuh pada salinitas 0%; 0,3% dan 0,5% sedangkan pada salinitas 1% dan 2% bibit padi mengalami kekeringan dan mati. Pada tingkat salinitas di atas 0,5% tanaman padi dalam bentuk seedling tidak dapat berkembang. Seedling padi ini mengalami keracunan ion dan kekeringan sehingga tidak mampu tumbuh. Lauchli dan Grattan (2007) melaporkan walaupun terdapat kekecualian namun sebagian besar penelitian mengindikasikan bahwa umumnya tanaman pangan tahunan toleran terhadap salinitas pada saat perkecambahan tetapi menjadi sensitif pada awal perkembangan vegetative. Tanaman padi sensitif terhadap salinitas terutama selama seedling (Mass dan Hoffman, 1977).

Pemberian pupuk hayati jamur mengandung *Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride* dapat meningkatkan tinggi tanaman pada salinitas 0,5%, tinggi tanaman padi paling besar dibandingkan perlakuan pupuk kimia dan pupuk kompos. Sedangkan pada salinitas 0,3% pengaruh pupuk hayati tidak tampak karena tinggi tanaman padi hampir sama dengan perlakuan lainnya. Penambahan pupuk hayati jamur juga dapat meningkatkan jumlah anakan (*tiller*) tanaman padi, hal ini nampak pada salinitas 0,5%. Jumlah anakan paling banyak diperoleh perlakuan dengan pupuk hayati jamur sedang pada perlakuan yang lain, jumlah anakan yang diperoleh lebih rendah. Pada salinitas 0,3% pengaruh pupuk hayati tidak nampak karena jumlah anakan yang diperoleh hampir sama dengan perlakuan yang lain. Demikian pula pada salinitas 0%, jumlah anakan pada perlakuan pupuk hayati hampir sama dengan perlakuan pupuk lainnya. Aktivitas mikroba pada pupuk hayati ini nampak pada salinitas 0,5%. Pada salinitas ini mikroba masih bisa tumbuh dan menyediakan hara yang dibutuhkan tanaman sedangkan pada salinitas 0,3%, salinitas masih cukup rendah sehingga tidak berpengaruh pada tanaman padi. Penambahan jamur *Aspergillus* sp. PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride* bersama *carrier* ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Hasil ini sesuai dengan penelitian Urja dan Meenu (2010) yang menginokulasi tanaman *chickpea* dalam pot. Inokulasi jamur *Penicillium* sp. S12B dan *Aspergillus* sp. S11 meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan kadar salinitas tanah 2% .

Besarnya bobot kering biomasa (jerami) padi yang diperoleh, berkaitan erat dengan pertumbuhan tanaman padi. Bila pertumbuhannya baik maka biomasa yang dihasilkan akan tinggi (besar), tetapi bila pertumbuhannya terganggu maka biomasa yang dihasilkan akan lebih sedikit. Demikian pula biomasa yang dihasilkan tanaman padi percobaan pada lahan salin. Pertumbuhan tanaman padi paling baik terjadi pada salinitas 0,5% dan diberi pupuk hayati jamur. Pertumbuhan tanaman padi yang terganggu akibat salinitas disebabkan penyerapan nutrient dari tanah terganggu, sehingga kebutuhan tanaman tidak terpenuhi. Seperti hasil penelitian Worosuryani et al (2006) penambahan inokulan *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. dapat meningkatkan bobot kering tanaman ketimun. Bobot kering akar juga mengalami peningkatan pada pemberian pupuk hayati jamur. Pemberian pupuk hayati jamur pada tanah salin ternyata dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman padi. Hal ini sejalan dengan penambahan biomassa tanaman secara keseluruhan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan pupuk hayati jamur berisi *Aspergillus niger* PS1.4, *Penicillium* sp. R7.5 dan *Trichoderma viride* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi varietas Cihayang yang ditanam pada lahan dengan salinitas 0,5%. Peningkatan pertumbuhan terjadi pada tinggi tanaman, jumlah anakan (*tiller*), bobot kering total biomasa (jerami).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Biologi-LIPI Cibinong

Bogor atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini dan sejumlah pihak yang telah membantu dalam pengamatan pertumbuhan tanaman dan analisa di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bronicka M, Raman A, Hodgkins D and Nicol H. 2007. Abundance and Diversity of fungi in a saline soil in Central-West New South Wales. *Sydowia* 59 (1):7-24.
- Lauchli A and Grattan SR. 2007. Plant growth and development under salinity stress *In* *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crop*. MA. Jenks (eds). Springer, 1-32.
- Mass EV and Hoffman GJ. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain Div, ASCE* 103 (2): 115-134.
- Mert HH and Disbay M. 1977. The effect of osmotic pressure and salinity of the medium on the growth and sporulation of *Aspergillus niger* and *Paecilomyces lilacinum*. *Mycopathologia* 61 (2): 125-127.
- Nayak SS, Gonsalves V and Nazareth SW. 2012. Isolation and salt tolerance of halophilic fungi from mangroves and solar salterns in Goa-India. *Indian J Geo-Mar Sci* 41(2): 164-172.
- Subowo YB. 2009. Isolasi dan seleksi jamur Ascomycetes pengurai lignin dari beberapa lingkungan ekstrim di Kalimantan Barat. *Proceeding Seminar Nasional Pemberdayaan Sektor Ekonomi dan Budaya Nasional Berbasis Lingkungan dan Inisiasi Pembentukan Ikatan Ahli Lingkungan Hidup Indonesia*, Universitas Sebelas Maret Surakarta, 15-16 Agustus 2009.
- Subowo YB. 2010. Uji aktivitas enzim selulase dan ligninase jamur pendukung pertumbuhan terong. *Berita Biologi* 10(1): 681-690.
- Urja P and Meenu S. 2010. Application of fungi as a biocontrol agent and their biofertilizer potential in agricultural. *J Adv Dev Res* 1 (1): 90-99.
- Worosuryani C, Priyatmojo A, dan Wibowo A. 2006. Uji kemampuan jamur tanah yang diisolasi dari lahan pasir sebagai PGPF (*Plant Growth Promoter Fungi*), *Agrosains* 19 (2): 179-191.

Uji toleransi plasma nutfah padi terhadap cekaman suhu rendah pada agroekosistem gogo

Evaluation tolerance of rice germplasm against low temperature on upland agro-ecosystem

RINA HAPSARI WENING[✉], UNTUNG SUSANTO^{✉✉}

¹Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Jl. Raya 9, Sukamandi, Subang, Jawa Barat 41256, Jawa Barat. Tel. +62-260-520157; Fax. +62-260-520158; ✉email: r_hapsariwening@yahoo.com, ✉✉untungsus2011@gmail.com

Manuskrip diterima: 1 Desember 2014. Revisi disetujui: 16 Januari 2015.

Abstrak. Wening RH, Susanto U. 2015. Uji toleransi plasma nutfah padi terhadap cekaman suhu rendah pada agroekosistem gogo. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 155-161*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi plasma nutfah koleksi BB Padi Sukamandi, Jawa Barat terhadap cekaman suhu rendah pada agroekosistem gogo untuk mendapatkan genotipe yang toleran. Percobaan dilaksanakan di Desa Sikumpul Kecamatan Kalibening Kabupaten Banjarnegara (1100 mdpl) pada MK 2010. Materi yang diuji sebanyak 86 aksesori plasma nutfah padi koleksi BB Padi dengan varietas pembanding yaitu Sarinah, Barito, Tejo, Ciherang dan IR 64. Percobaan ditata sesuai dengan rancangan augmented 4 blok dengan petak percobaan berukuran 1 x 2,5 m². Benih ditanam secara langsung (tabela) pada jarak tanam 20 x 20 cm dengan 1 benih per lubang pada agroekosistem gogo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesori Cere Beureum, RUTTST858B-5-2-2-2-0-J dan Padi Gunung/Huma diindikasikan toleran terhadap cekaman suhu rendah karena memiliki umur bunga yang nyata lebih genjah dan sama dengan Tejo yang diduga tidak escape dari cekaman suhu rendah. Aksesori Cere Manggu, Ringgit, dan Bereum Tomang memiliki sifat adaptif di dataran tinggi karena memiliki nilai yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik Tejo pada karakter bobot gabah per rumpun, gabah isi per malai, fertilitas malai, skor fertilitas malai, dan ekserisi malai. Aksesori Ase Andele, Kantong dan Randa Kaya juga dapat dikatakan adaptif di dataran tinggi karena memiliki beberapa sifat komponen hasil yang lebih baik dibanding cek terbaik Tejo.

Kata kunci: plasma nutfah, cekaman suhu rendah, agroekosistem gogo.

Abstrak. Wening RH, Susanto U. 2015. *Evaluation tolerance of rice germplasm against low temperature on upland agro-ecosystem. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 155-161*. This study aims to evaluate the germplasm collection of BB Padi of Sukamandi, West Java against low-temperature stress in upland agroecosystem for the tolerant genotype. The experiment was conducted in Sikumpul, Kalibening (1100 m asl.) on the DS 2010. A total of 86 accessions of rice germplasm collection of BB Padi was examined with control varieties Sarinah, Barito, Tejo, Ciherang and IR 64. The experiment was set based on augmented block design (4 blocks) with experimental plots measuring 1 x 2.5 m². Seeds were planted directly (seeded) at a spacing of 20 x 20 cm with 1 seed per hole on upland agroecosystem. The results showed that the accession Cere Beureum, RUTTST858B-5-2-2-2-0-J and Padi Gunung / Huma indicated tolerance to low-temperature stress because its flower matures early and is equal to Tejo which indicates not escape from the stress low temperatures. Cere Manggu, Ringgit, and Bereum Tomang are adaptive in the highlands because of their characters (grain weight per hill, grain content per panicle, panicle fertility, fertility scores panicle, and panicle exertion) value better than the best check Tejo. Ase Andele, Kantong and Randa Kaya can also be said adaptive in the highlands because their yield components value better than the best check Tejo does.

Keywords: germplasm, low temperature stress, upland agro-ecosystem.

PENDAHULUAN

Luas areal pertanaman padi di dataran tinggi di Indonesia meliputi 14% dari total luas areal pertanaman padi nasional. Las et al. (1991) melaporkan bahwa luas lahan dataran tinggi di Indoensia adalah 27, 19 juta ha (14,1 %) terdapat di sepanjang pantai barat Sumatera, Jawa bagian selatan, Sulawesi dan Irian Jaya bagian tengah. Budidaya padi gogo di dataran tinggi secara ekonomis tidak menguntungkan dibanding usaha tanaman hortikultura, namun termasuk prioritas utama karena menyangkut pemenuhan kebutuhan keluarga dan ketahanan

pangan petani (Las et al. 1991). Oleh karena itu diperlukan varietas padi yang toleran terhadap suhu rendah sehingga dapat diterapkan pada dataran tinggi Indonesia.

Dataran tinggi dengan suhu 14-27⁰C merupakan sebagian keragaman ekosistem di Indonesia. Suhu rendah menghambat pertumbuhan tanaman, keluarnya malai tidak sempurna, prosentase gabah hampa tinggi dan perkembangan biji tidak sempurna (Nishiyama 1976; Ohabe, dan Toriyama 1972; dan Zen et al. 1988). Farrel et al. (2006) menyatakan bahwa tanaman padi peka terhadap suhu rendah sejak tanaman memasuki fase mikrospora yaitu kurang lebih 10-12 hari sebelum berbunga.

Varietas unggul padi gogo dataran tinggi hingga saat ini masih belum dilepas. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi baru melepas varietas Sarinah dan Batang Piaman dimana varietas tersebut merupakan varietas padi sawah yang beradaptasi baik sampai 850 mdpl (Suprihatno et al. 2010). Identifikasi sifat kualitatif dan kuantitatif sumber genetik dapat dilakukan melalui karakterisasi dan evaluasi, sehingga akan mempermudah pemilihan tetua persilangan. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat morfologi dan agronomi tanaman, sedang evaluasi dilakukan untuk mengetahui reaksi genotipe terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik. Pengujian toleransi beberapa plasma nutfah padi terhadap cekaman suhu rendah sangat perlu dilakukan. Dengan demikian akan diperoleh suatu aksesori yang dapat dijadikan tetua persilangan dalam perakitan varietas padi toleran suhu rendah.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi plasma nutfah koleksi BB Padi terhadap cekaman suhu rendah dengan agroekosistem gogo untuk mendapatkan genotipe yang toleran. Evaluasi ini diperlukan untuk memperoleh nilai aktual dari potensi plasma nutfah sebagai sumber gen keunggulan karakter tanaman.

BAHAN DAN METODE

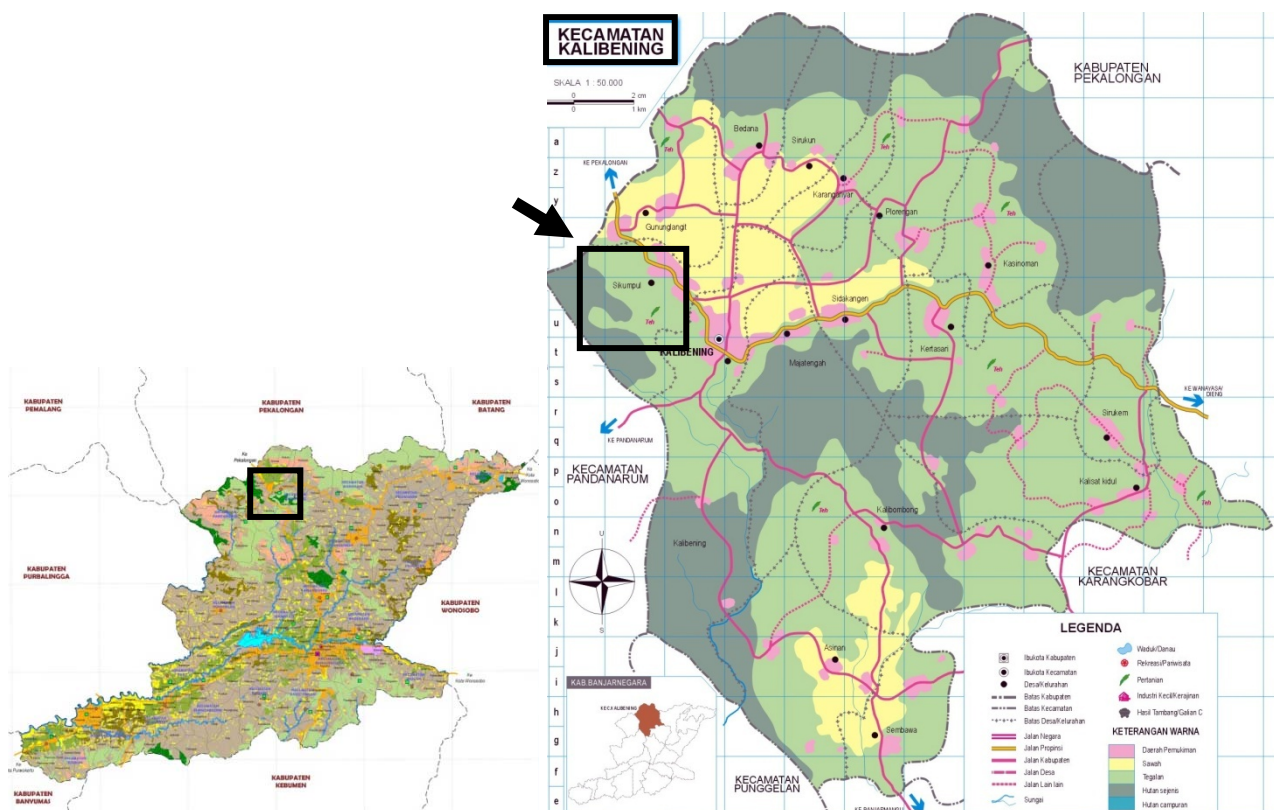
Area kajian

Percobaan dilaksanakan di Desa Sikumpul, Kecamatan Kalibening, Kabupaten Banjarnegara (1100 m dpl) pada musim kemarau 2010.

Cara kerja

Percobaan ditata sesuai dengan rancangan augmented 4 blok dengan petak percobaan berukuran 1 x 2,5 m². Benih ditanam secara langsung (tabel) pada jarak tanam 20 x 20 cm dengan 1 benih per lubang pada agroekosistem gogo. Dalam percobaan ini diuji 86 aksesori koleksi plasma nutfah padi BB Padi bersama dengan Sarinah, Barito, Tejo, Ciherang dan IR 64 sebagai pembanding (Lampiran 1).

Pemupukan pertama yaitu pupuk urea dan NPK (15 : 15 : 15) sebanyak 50 kg/ha dan 150 kg/ha diberikan secara bersamaan pada umur 21 hari setelah tanam. Pemupukan NPK tahap kedua sebanyak 150 kg/ha diberikan pada saat tanaman berumur 45 hari setelah tanam. Pengendalian organisme pengganggu tanaman dilaksanakan secara maksimum dengan tetap memperhatikan kaidah-kaidah PHT.



Gambar 1. Lokasi penelitian Uji toleransi plasma nutfah padi terhadap cekaman suhu rendah pada agroekosistem gogo, musim Kemarau 2010 (disajikan dalam tanda panah).

Pengamatan dilakukan terhadap sifat morfologi dan agronomi setiap aksesi pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif. Parameter yang diamati meliputi :

- (i) Diskolorisasi warna daun. Perubahan warna daun pada fase vegetatif awal (40 HSS) atau diamati secara visual untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman terhadap cekaman yang terjadi berdasarkan sistem evaluasi baku (*Standard Evaluation System*) untuk padi (IRRI,1996) seperti disajikan pada Tabel 1.
- (ii) Skala pertumbuhan. Respon tanaman terhadap suhu rendah dari fase pembentukan anakan sampai dengan pemasakan biji akan diukur menurut SES IRRI (1996) seperti disajikan pada Tabel 2.
- (iii) Umur berbunga, diukur ketika 50% tanaman dalam setiap plot berbunga.
- (iv) Umur masak, diukur ketika tanaman menunjukkan masak fisiologis.
- (v) Tinggi tanaman, yaitu rata-rata tinggi tanaman dari tiga tanaman contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang atau permukaan tanah hingga ujung malai tertinggi.
- (vi) Jumlah anakan yaitu rata-rata jumlah anakan dari tiga rumpun contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot.
- (vii) Jumlah gabah isi per malai yaitu rata-rata jumlah gabah isi per malai dari tiga rumpun contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot.
- (viii) Jumlah gabah hampa per malai yaitu rata-rata jumlah gabah hampa per malai dari tiga rumpun contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot.
- (ix) Fertilitas malai yaitu persentase perbandingan antara jumlah gabah isi per malai dibandingkan jumlah gabah total per malai. Satuan yang digunakan adalah persen (%). Selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan SES.
- (x) Eksersi malai yaitu keluarnya malai dari batang tanaman. Karakter ini diamati antara fase matang susu hingga pematangan. Menurut Silitonga et al. (2003), faktor lingkungan dan penyakit mempengaruhi karakter ini, sehingga penting untuk diamati.
- (xi) Bobot 1000 butir adalah bobot 1000 butir gabah bernaas pada tingkat kadar air 14%.
- (xii) Bobot gabah per rumpun yaitu rata-rata berat gabah dari tiga rumpun contoh yang ditentukan secara acak pada setiap plot.

Analisis data

Data yang terkumpul dalam percobaan ini dianalisis dengan analisis varians melalui program IRRISTAT 4.4. Perbedaan antar aksesi diuji dengan rata-rata penambahan nilai beda rata-rata terkecil (LSD) pada taraf beda nyata 5% (Gomez 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata antar aksesi yang diuji pada

seluruh variabel pengamatan yang diamati kecuali pada karakter jumlah malai per rumpun (Tabel 5). Nilai F perlakuan yaitu varietas cek secara berturut-turut adalah sebesar 21,30; 22,79; 91,00; 3,1; dan 12,87 untuk karakter bobot gabah per rumpun, fertilitas malai, tinggi tanaman, jumlah malai per rumpun, dan gabah isi per malai.

Bobot gabah per rumpun

Berdasarkan hasil uji lanjut beda nyata terkecil terdapat delapan aksesi yang memiliki bobot gabah per rumpun lebih baik daripada cek terbaik Tejo (13,34 gram). Aksesi-aksesi tersebut secara berturut-turut adalah Ase Andele, Bereum Tomang, Cere Manggu, Ringgit, RUTTST858B-5-2-2-2-O-J, Cere Beureum, Si Rantau, dan Padi Gunung/Huma (Tabel 6).

Tabel 1. Skala diskolorisasi daun akibat cekaman suhu rendah pada fase bibit (IRRI 1996).

Skor	Diskolorisasi daun	Kategori
1	Hijau tua	Toleran
3	Hijau pucat	Agak toleran
5	Kekuningan	
7	Coklat	
9	Mati	

Tabel 2. Skala pertumbuhan padi akibat cekaman suhu rendah pada fase anakan hingga pemasakan biji (IRRI 1996).

Skor	Gejala
1	Tanaman normal, laju pertumbuhan dan pembungaan normal
3	Tanaman sedikit kerdil, pertumbuhan sedikit terhambat.
5	Tanaman agak kerdil, daun menguning, dan pertumbuhan terhambat/tertunda
7	Tanaman sangat kerdil, daun menguning, perkembangan terhambat, dan malai keluar tidak sempurna
9	Tanaman sangat kerdil, daun kecoklatan, perkembangan sangat terhambat, dan malai tidak keluar

Tabel 3. Skala fertilitas malai berdasarkan sistem evaluasi baku (*Standard Evaluation System*) untuk padi (IRRI,1996).

Skor	Fertilitas malai	Kategori
1	> 80%	Sangat toleran
3	61-80%	Toleran
5	41-60 %	Agak toleran
7	11-40%	Peka
9	< 11%	Sangat peka

Tabel 4. Skala eksersi malai berdasarkan panduan karakterisasi padi (Silitonga et al.2003).

Skor	Kategori
1	Seluruh malai dan leher keluar
3	Seluruh malai keluar, leher sedang
5	Malai hanya muncul sebatas leher malai
7	Sebagian malai keluar
9	Malai tidak keluar

Tabel 5. Nilai F varietas cek.

No	Karakter	Nilai F
1	Bobot gabah per rumpun	21,30**
2	Fertilitas malai	22,79**
3	Tinggi tanaman	91,00**
4	Jumlah malai per rumpun	3,1
5	Gabah isi per malai	12,87**

Tabel 6. Nilai karakter bobot gabah per rumpun (gram) dan peningkatannya dibandingkan cek terbaik Tejo di Kalibening, MT1 2010.

No Akses	Nama Akses	Bobot gabah per rumpun (g)
1552	Si Rantau	16,58*
2217	Ringgit	20,21*
5780	Beureum Tomang	30,25*
3389	Cere Beureum	19,92*
5776	Cere Manggu	23,34*
3639	Horeg	8,89
2208	Ketan Ulis	2,69
5863	Padi Gunung / Huma	16,39*
1377	Perak	3,69
1780	Randa Kaya	15,17
2449	Kantong	16,31
4674	Hoing	2,41
3986	Ketan Gundil	4,62
4677	Ase Andele	30,28*
1832	Dayang Rindu	2,56
	RUTTST858B-5-2-2-0-J	19,99*
	TEJO	13,34
	F	21,30*
	5%LSD	2,98
	Rerata	8,68

Keterangan: * : nyata lebih tinggi dibandingkan cek terbaik Tejo

Jumlah gabah isi per malai, gabah hampa per malai, fertilitas malai, dan eksersi malai

Penampilan karakter jumlah gabah isi per malai, jumlah gabah hampa per malai, dan fertilitas malai disajikan pada Tabel 7. Hasil uji lanjut beda nyata terkecil menunjukkan bahwa Beureum Tomang, Cere Manggu, Ase Andele, Kantong, Padi Gunung/Huma, Cere Batik, Randa Kaya, Beureum Ciwidey, Mota, dan Ringgit memiliki jumlah gabah isi per malai yang nyata lebih tinggi dibandingkan cek terbaik Tejo. Aksesori-aksesori tersebut berturut-turut memiliki jumlah gabah isi per malai sebesar 118 butir; 116 butir; 92 butir; 88 butir; 84 butir; 68 butir; 66 butir; 65 butir; dan 63 butir. Berdasarkan karakter fertilitas malai terdapat enam aksesori yang nyata lebih tinggi dibandingkan cek terbaik Tejo (43,43) yaitu aksesori Beureum Tomang (61,44), Cere Beureum (58,84), Cere Manggu (57,47), Ringgit (55,65), Randa Kaya (55,35), dan Kantong (55,16).

Berdasarkan sistem evaluasi baku (IRRI 1996) pada skor fertilitas malai, terdapat tujuh aksesori yang tergolong toleran terhadap suhu rendah (skor 1 dan 3) yaitu Ringgit, Beureum Tomang, Cere Beureum, Cere Manggu, Randa Kaya, Kantong dan RUTTST858B-5-2-2-0-J. Dengan demikian aksesori-aksesori tersebut juga memiliki nilai jumlah gabah isi per malai dan fertilitas malai yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik Tejo kecuali pada galur RUTTST858B-5-2-2-0-J. Menurut Limbongan et al. (2009), penurunan fertilitas malai pada padi sangat

berkaitan dengan intensitas cekaman suhu rendah selama perkembangan kotak sari dan serbuk sari. Disamping itu, kondisi suhu udara di malam hari yang jauh di bawah suhu normal menyebabkan sebagian besar tanaman padi gagal menyebarkan tepungsarinya. Jena et al. (2004) juga menyebutkan bahwa suhu rendah berdampak negatif pada perkembangan malai. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya aksesori yang hanya mampu memiliki fertilitas malai kurang dari 11% (skor 9) seperti pada aksesori Horeg, Ketan Ulis, Perak, Hoing dan Dayang Rindu. Aksesori tersebut sangat peka terhadap cekaman suhu rendah.

Informasi mengenai eksersi malai (keluarnya malai) juga diperlukan dalam evaluasi ini. Menurut Silitonga et al. (2003), ketidakmampuan malai keluar secara penuh dianggap sebagai cacat genetik. Faktor lingkungan dan penyakit juga mempengaruhi karakter tersebut. Keluarnya malai yang sempurna diperlukan bagi padi gogo dataran tinggi. Bila malai tidak keluar sempurna maka dapat mengakibatkan tingginya serangan blas leher. Blas merupakan penyakit utama pada padi dataran tinggi. Dengan demikian karakter eksersi malai merupakan karakter penting dalam memilih aksesori yang toleran terhadap cekaman suhu rendah. Eksersi malai yang menunjang sifat toleransi terhadap suhu rendah adalah eksersi malai dengan skor 1 dan 3 dimana pada skor tersebut seluruh malai keluar dari batang tanaman. Dari delapan aksesori yang memiliki bobot gabah per rumpun lebih baik dibanding cek terbaik Tejo, hanya lima aksesori yang memiliki karakter eksersi malai dengan skor 1 dan 3 yaitu Ase Andele, Beureum Tomang, Cere Manggu, Ringgit, dan Padi Gunung/Huma. Tiga lainnya memiliki karakter eksersi malai dengan skor 5 yaitu malai hanya muncul sebatas leher malai.

Berdasar karakter bobot gabah per rumpun, jumlah gabah isi per malai, fertilitas malai, skor fertilitas malai dan eksersi malai dapat diketahui bahwa aksesori yang diindikasikan mampu beradaptasi di dataran tinggi (>1000 mdpl) dengan agroekosistem gogo adalah Beureum Tomang, Cere Manggu dan Ringgit karena memiliki nilai yang stabil nyata lebih tinggi dibanding cek terbaik Tejo. Selain itu, Cere Beureum, Kantong, Randa Kaya, RUTTST 858B-5-2-2-0-J, Ase Andele dan Padi Gunung/Huma dapat pula dikatakan adaptif pada dataran tinggi dengan agroekosistem gogo karena nyata lebih tinggi dibanding cek terbaik Tejo pada beberapa karakter yang berbeda-beda.

Tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot 1000 butir, skala diskolorisasi, skala pertumbuhan, umur berbunga dan umur masak

Hasil uji F varietas cek menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata berdasarkan karakter tinggi tanaman. Tinggi tanaman aksesori-aksesori yang diuji berkisar antara 58-181 cm. Cekaman suhu rendah umumnya menyebabkan postur tanaman padi relatif lebih pendek dibanding dengan pertanaman yang ada dalam kondisi suhu normal. Variasi tinggi tanaman antar aksesori yang diuji disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan tumbuh. Berdasarkan uji F varietas cek, pada karakter jumlah anakan tidak terdapat perbedaan yang nyata. Rata-rata jumlah anakan yaitu 15 batang. Kisaran jumlah anakan yang lebih rendah

mengindikasikan adanya variasi sifat toleransi plasma nutfah terhadap suhu rendah antar aksesi. Suhu rendah mengakibatkan perkembangan biji tidak sempurna sehingga pada akhirnya menyebabkan penurunan bobot

1000 butir. Hasil anova menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara aksesi yang diuji berdasarkan karakter bobot 1000 butir.

Tabel 7. Nilai karakter jumlah gabah isi per malai, jumlah gabah hampa per malai, fertilitas malai, skore fertilitas malai dan eksersi malai aksesi dan varietas cek di Kalibening MT1 2010.

No. asal	No. aksesi	Nama Aksesi	Jumlah gabah isi per malai (butir)	Jumlah gabah hampa per malai (butir)	Fertilitas malai (%)	Skore fertilitas malai berdasar SES	Eksersi malai
1	1552	Si Rantau	55	67	38,7	7	5
2	2217	Ringgit	63 *	33	66,9*	3	3
5	5780	Beureum Tomang	118 *	39	76,0*	3	1
10	2283	Cere Batik	68	65	45,0	5	3
11	3389	Cere Beureum	60	20	75,0*	3	5
12	5776	Cere Manggu	116 *	43	72,9*	3	1
16	3639	Horeg	14	65	9,8	9	5
23	2272	Koneng Gundil	50	95	34,8	7	3
26	1842	Mota	63 *	114	36,7	7	5
28	5863	Padi Gunung / Huma	84 *	57	60	5	3
30	1377	Perak	15	131	5,9	9	3
31	1780	Randa Kaya	66 *	27	61,2*	3	1
39	2449	Kantong	88 *	47	66,1*	3	1
46	4674	Hoing	8	52	3,7	9	5
48	3986	Ketan Gundil	27	106	23,7	7	1
60	4677	Ase Andele	92 *	69	58,1	5	3
75	1832	Dayang Rindu	10	166	2,5	9	1
82		Bereum Ciwidey	65 *	95	41	5	3
84		RUTTST 858B-5-2-2-2-0-J	48	38	64,9	3	5
89		TEJO	47	52	47,33	5	3
		5%LSD	13,15	24,78	7,04		
		F	12,87 *	8,03*	22,79*		

Tabel 8. Nilai karakter tinggi tanaman, jumlah anakan, bobot 1000 butir, skala diskolorisasi, skala pertumbuhan, umur berbunga dan umur masak aksesi dan varietas cek yang diuji di Kalibening MT1 2010.

No. aksesi	Nama aksesi	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah anakan (batang)	Bobot 1000 butir (g)	Skala diskolorisasi	Skala Pertumbuhan	Umur berbunga (HSS)	Umur masak (HSS)
1552	Si Rantau	117,5*	17	19,97	1	5	124	174
2217	Ringgit	108,8	15	21	1	3	127	178
5780	Beureum Tomang	160,2*	11	24,03	1	1	125	180
2283	Cere Batik	129,5*	13	24,82	1	1	141	175
3389	Cere Beureum	82,5*	16	22,56	1	1	102	138
5776	Cere Manggu	159*	11	26,53	1	1	118	166
3639	Horeg	136,3*	15	13,64	1	3	129	181
2272	Koneng Gundil	121,1*	9	19,16	1	3	128	165
1842	Mota	65,87*	22	23,72	1	5	121	162
5863	Padi Gunung / Huma	132,1*	12	22,26	1	1	105	150
1377	Perak	132,2*	15	18,13	1	7	109	150
1780	Randa Kaya	141,9*	13	27,01	1	3	123	174
2449	Kantong	121,8*	27	21,14	1	1	128	175
4674	Hoing	134,2*	16	20,94	1	7	127	174
3986	Ketan Gundil	133,1*	14	29,75*	1	5	119	175
4677	Ase Andele	140,6*	18	25,33	1	1	132	169
1832	Dayang Rindu	133,8*	13	17,75	1	7	124	155
	Bereum Ciwidey	81,81*	6	22,67	1	1	111	152
	RU TIST 858B-5-2-2-2-0-J	85,82*	14	23,5	1	1	10	137
	TEJO	105,8	13	27,94	1	1	107	143
	F	91,00*	2,68	65,12*				
	5%LSD	4,73	4,24	1,18				

Keterangan: Huruf dan angka yang dicetak miring merupakan aksesi yang tidak terseleksi sebagai aksesi yang toleran terhadap suhu rendah atau adaptif di dataran tinggi

Beureum Tomang memiliki tinggi tanaman 160,2 cm, jumlah anakan 11, bobot 1000 butir 24,03 gram, umur berbunga 125 HSS dan umur masak 180 HSS. Cere Manggu memiliki tinggi tanaman 159 cm, jumlah anakan 11 batang, umur berbunga 118 HSS dan umur masak 166 HSS. Ringgit memiliki tinggi tanaman 108,8 cm yang tidak berbeda nyata dengan varietas cek Tejo, jumlah anakan 15 batang, umur berbunga 127 HSS dan umur masak 178 HSS (Tabel 8).

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan pada fase bibit menunjukkan bahwa semua aksesori memiliki pertumbuhan normal, tidak ada gejala diskolorasi warna daun. Hal ini mengindikasikan pada cekaman suhu yang terjadi pada saat awal pertumbuhan masih dapat ditoleransi oleh aksesori plasma nutfah yang diuji. Menurut Limbongan (2008), batas kritis suhu udara pada saat pertumbuhan vegetatif adalah 13°C. Sementara itu pada pengamatan skala pertumbuhan yang diukur pada fase generatif menunjukkan adanya variasi antar aksesori yang diuji (Tabel 8). Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan toleransi antar aksesori yang diuji terhadap cekaman suhu rendah.

Umur berbunga dan umur masak aksesori yang dievaluasi memiliki kisaran yang cukup luas, secara berturut-turut yaitu berkisar antara 94-148 HSS dan 135-181 HSS. Nilai kisaran kedua parameter tersebut menunjukkan adanya variasi karakter yang tinggi di dalam populasi. Yoshida (1981) melaporkan bahwa ada dua macam aktivitas tanaman yang terjadi sampai tanaman berbunga, yaitu periode pertumbuhan vegetatif, serta periode pertumbuhan generatif yang dicirikan dengan terjadinya inisiasi malai. Pada kondisi normal (suhu dan kelembaban normal) fase vegetatif memerlukan waktu 30 hari setelah tanam langsung atau tanam pindah. Pertumbuhan malai memerlukan waktu 30 hari dan pengisian serta pemasakan biji memerlukan waktu 30 hari (Susanto et al. 2009). Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa cekaman suhu rendah menghambat pertumbuhan tanaman sehingga memperpanjang umur bunga dan masak (Nishiyama 1976; Ohabe dan Toriyama 1972; Zen et al. 1988). Hal tersebut dibuktikan oleh varietas pembanding Ciherang dan IR64 dimana pada kondisi normal varietas tersebut memiliki umur masak secara berturut-turut yaitu antara 116 hingga 125 HSS dan 110 hingga 120 HSS (Suprihatno et al. 2010), sedangkan pada kondisi tercekam suhu rendah mencapai 142 HSS dan 138 HSS.

Pengujian dilakukan kurang lebih satu bulan sebelum pertanaman petani di sekitar lokasi pengujian. Tujuannya adalah agar periode cekaman suhu rendah terjadi ketika fase kritis pertumbuhan tanaman, yaitu ketika fase primordia bunga. Berdasarkan hasil pengamatan, salah satu penyebab yang memunculkan sifat adaptif terhadap dataran tinggi adalah umur aksesori yang relatif dalam. Akibatnya periode cekaman suhu rendah terjadi sebelum fase kritis pertumbuhan tanaman, sehingga aksesori tersebut lolos (*escape*) dari cekaman suhu rendah. Pada aksesori yang berumur dalam, stadia primordia bunga terjadi setelah periode cekaman suhu rendah. Sedangkan pada aksesori yang berumur genjah, proses pembungaan terjadi ketika suhu udara di bawah normal. Aksesori Cere Beureum, Padi Gunung/Huma, dan RUTTST858B-5-2-2-0-J memiliki

umur bunga yang relatif sama dengan Tejo (Tabel 8). Aksesori tersebut diduga memiliki sifat toleran terhadap suhu rendah, karena melewati fase primordia bunga ketika suhu udara mencapai suhu terendah. Disamping itu aksesori tersebut juga memiliki nilai yang nyata lebih baik dibandingkan cek terbaik Tejo pada beberapa karakter terutama bobot gabah per rumpun. Cere Beureum unggul dibandingkan Tejo pada karakter bobot gabah per rumpun, fertilitas malai, dan skor fertilitas malai. RUTTST858B-5-2-2-0-J unggul dibandingkan Tejo pada karakter bobot gabah per rumpun dan fertilitas malai. Sedangkan Padi Gunung/Huma unggul dibandingkan Tejo pada karakter bobot gabah per rumpun dan gabah isi per malai. Berdasarkan korespondensi dengan petani setempat, Tejo merupakan varietas lokal Kalibening yang mampu tumbuh pada musim apapun. Sehingga diduga varietas tersebut benar-benar toleran terhadap cekaman suhu rendah.

Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa: (i) Aksesori Cere Beureum, RUTTST858B-5-2-2-0-J, dan Padi Gunung/Huma diindikasikan toleran terhadap suhu rendah karena unggul dibandingkan cek terbaik Tejo pada beberapa karakter komponen hasil dan memiliki umur bunga yang lebih pendek dan relatif sama dengan Tejo. Diduga ketiga aksesori tersebut tidak “escape” dari cekaman suhu rendah, sehingga prospektif untuk dikembangkan di dataran tinggi lainnya di Indonesia. (ii) Aksesori Cere Manggu, Ringgit, dan Beureum Tomang memiliki sifat adaptif di dataran tinggi karena memiliki nilai yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik Tejo pada karakter bobot gabah per rumpun, gabah isi per malai, fertilitas malai, skor fertilitas malai, dan eksersi malai. Selain itu, aksesori Ase Andele, Kantong dan Randa Kaya juga dapat dikatakan adaptif di dataran tinggi karena memiliki beberapa sifat komponen hasil yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik. Aksesori Ase Andele memiliki karakter bobot gabah per rumpun dan jumlah gabah isi per malai yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik Tejo. Sedangkan aksesori Kantong dan Randa Kaya memiliki karakter gabah isi per malai, fertilitas malai dan skor fertilitas malai yang nyata lebih baik dibanding cek terbaik Tejo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada BB Padi yang melalui dana DIPA TA 2010 penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Kami sampaikan juga terima kasih sebanyak-banyaknya kepada Meru dan Heri Misanto yang telah membantu kami dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Farrel TC, Fox KM, Williams RL, Fukai S. 2006. Genotypic variation for cold tolerance during reproductive development in rice: Screening with cold air and cold water. *Field Crop Res* 98: 178-194.
- Jena KK, Jeung JU. 2004. Evaluation and identification of cold tolerant rice genotypes by cold-water irrigation stress. *IRRN* 29: 54-55.

- Las I, Makarim AK, Hidayat A, Syarifudin Karama A, Manwan I. 1991. Peta agroekologi utama tanaman pangan di Indonesia. Puslit Tanaman Pangan. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Limbongan YA. 2008. Analisis Genetik dan Seleksi Genotipe Unggul Padi sawah (*Oryza sativa* L.) untuk Adaptasi pada Ekosistem Dataran Tinggi. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Limbongan YA, Purwoko BS, Trikoesoemaningtyas, Aswidinnoor H. 2009. Respon genotipe padi sawah terhadap pemupukan nitrogen di Dataran Tinggi. *J Agronomi* 37 (3): 175-182.
- Nishiyama. 1976. Effect of temperature on the vegetative growth of rice plants. *Proc Symp Clim Rice*. IRRI. p159-186.
- Ohabe S, Toriyama K. 1972. Tolerance of cool temperature in Japanese rice varieties. *Rice Breeding*. IRRI Los Banos Philippines.
- Silitonga TS, Somantri IH, Daradjat AA, Kurniawan H. 2003. Sistem Karakterisasi dan Evaluasi Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian. Komisi Nasional Plasma Nutfah, Jakarta.
- Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Suprihanto, Setyono A, Indrasari SD, Wardana IP, Sembirig H. 2010. Deskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian, Subang.
- Susanto U, Purnawati E, Wening RH, Murdiani L. 2010. Karakterisasi pertumbuhan tanaman padi terkait umur dan daya hasil. Dalam: Suprihatno B, Daradjat AA, Satoto, Baehaki SE, Sudir (ed). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Padi 2009*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian, Subang.
- Yoshida S. 1981. *Fundamental of Rice Crop Science*. IRRI. Los Banos, Philippines.
- Zen SA, Kaher, Hamzah Z, Bahar H. 1988. Peranan karakter utama dalam perakitan padi sawah pegunungan. *Pemberitaan Penelitian Sukarami*. 15: 43-47.

Ketahanan galur harapan padi fungsional terhadap hama wereng coklat dan penyakit blas

Resistance promising lines of functional rice brown planthopper pest and disease blast

TRISNANINGSIH[✉], ANGGIANI NASUTION

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jalan Raya 9, Sukamandi, Subang 41256, Jawa Barat. Tel.: +62-260-520157. Fax +62-260-520158. ✉email: trisssn@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 4 Desember 2014. Revisi disetujui: 13 Januari 2015.

Abstrak. *Trisnarningsih, Anggiani N. 2015. Ketahanan galur harapan padi fungsional terhadap hama wereng coklat dan penyakit blas. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 162-166.* Masyarakat di Indonesia sebagian besar masih mengkonsumsi beras sebagai makanan utamanya. Beras bukan saja berperan sebagai sumber energi dan zat gizi, tetapi juga mengandung komponen aktif dengan fungsi fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan. Adanya cekaman biotik seperti serangan hama wereng coklat dan penyakit blas dapat menyebabkan penurunan hasil atau menggagalkan hasil panen. Penanaman varietas unggul yang tahan terhadap cekaman biotik merupakan cara pengendalian yang paling efektif dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data galur-galur harapan padi/beras fungsional berpotensi hasil tinggi tahan terhadap hama wereng coklat biotipe 2 dan 3, dan blas ras 033, 073, 133 dan 173. Penelitian dilakukan dengan melaksanakan pengujian galur padi terhadap wereng coklat dan blas. Pengujian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca BB Padi, RK KP. Muara, Bogor pada MT 2013. Hasil pengujian galur padi fungsional yang bereaksi agak tahan terhadap kedua biotipe WCK (Biotipe 3 dan 2) ada 1 galur/varietas UDHL (Aek Sibundong) dan 29 galur OBS. Galur yang agak tahan biotipe 3 saja ada 1 galur OBS (B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-1). Galur yang agak tahan biotipe 2 saja ada 2 galur UDHL (B10544E-KN-73-3-PN-2-2-3 dan Ciasem) dan 23 galur OBS. Dan hasil pengujian Blas ada 8 galur yang mempunyai ketahanan yang beragam, tahan terhadap 3 ras blas yaitu galur B13257B-RS*1-5-MR-8-11-8, B13257B-RS*1-5-MR-9-6-1, B13257B-RS*1-5-MR-9-7-2, B13873-5-8, B13017B-RS*1-2-5-PN-1-4-1, B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-2, B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-4, dan varietas Dodokan.

Kata kunci: Skrining, padi fungsional, tahan hama penyakit

Abstract. *Trisnarningsih, Anggiani N. 2015. Resistance promising lines of functional rice brown planthopper pest and disease blast. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 162-166.* Most people in Indonesia still consume rice as a staple food. Rice is a source of energy and consists of active components which are useful for health. Infestation of pests and disease, like brown planthopper (BPH) and blast on rice plant in the field, will cause reduction of yield. The use of resistant varieties to BPH and blast is effective to control the infestation. The objective of this study to obtain data on functional rice lines with high-yield potential which are resistant to BPH biotype 3 and 2 and blast race 033, 073, 133 and 173. This study was conducted by a screening of functional rice lines with the high-yield potential to BPH and blast infestation in the laboratory and greenhouse in Muara Sub Station Bogor on planting season 2013. The result from the screening to BPH showed that: lines which were moderately resistant to Biotype 3 and 2, were 29 lines of observation (OBS) and 1 line (Aek Sibundong) Advance Yield Trial (AYT). Lines that were moderately resistant to biotype 3, were only 1 (B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-1) of OBS. Lines which were moderately resistant to biotype 2, were 2 lines AYT (B10544E-KN-73-3-PN-2-2-3 and Ciasem) and 23 lines of OBS. There were 8 lines which were varyingly resistant to 3 races of blast. The lines were B13257B-RS*1-5-MR-8-11-8, B13257B-RS*1-5-MR-9-6-1, B13257B-RS*1-5-MR-9-7-2, B13873-5-8, B13017B-RS*1-2-5-PN-1-4-1, B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-2, B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-4, and variety Dodokan.

Keyword: Screening, functional rice, pest disease resistant

PENDAHULUAN

Padi fungsional merupakan padi yang mengandung substansi aktif di dalam endosperm, bekatul dan embryonya, sehingga padi atau beras mempunyai nilai tambah untuk kesehatan dengan berbagai fungsi dalam metabolisme fisiologi manusia sehingga dapat memenuhi kebutuhan kelompok manusia yang membutuhkan zat-zat tersebut (Su et al. 2008). Pada saat ini telah dikembangkan beras kaya besi dan seng, beras dengan indeks glikemik

rendah, beras kaya Iodium. Namun demikian untuk meningkatkan produksi padi di lapangan ada berbagai kendala. Cara pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan penanaman varietas unggul yang tahan hama penyakit.

Wereng coklat, *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae) merupakan salah satu hama penting pada tanaman padi di Indonesia. Tanaman yang terserang menunjukkan gejala daun menjadi kuning dan mati terbakar (*hopperburn*). Serangan wereng coklat di

Indonesia selama 3 tahun sejak tahun 2008 sampai 2010 berturut-turut yaitu 24.152 ha terserang dan puso 688 ha; 47.473 ha terserang dan puso 1.237 ha serta 137.768 ha terserang dan puso 4.602 ha (BBPOPT 2010).

Meningkatnya populasi wereng cokelat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kondisi lingkungan, ketahanan varietas yang ditanam dan penggunaan insektisida yang mematikan musuh alami. Pelepasan varietas unggul baru yang ditanam secara luas dan terus menerus menyebabkan suatu populasi wereng dapat beradaptasi dan berkembang biak dengan cepat dan suatu saat mengalami patah ketahanannya. Keadaan tersebut merangsang timbulnya biotipe baru wereng coklat. Perubahan biotipe wereng coklat di Indonesia diketahui berlangsung cepat, berkembang dari biotipe 1 menjadi biotipe 2 pada hanya dalam waktu 4 tahun, dan perubahan wereng coklat biotipe 2 ke biotipe 3 hanya dalam waktu 5 tahun. Setelah terjadinya biotipe 3 sampai 2005 selama 24 tahun masih tetap didominasi wereng coklat biotipe 3, namun pada tahun 2006 sudah ada wereng coklat biotipe 4 (Baehaki 2010).

Untuk mengatasi persoalan hama tersebut, dilakukan pengendalian hama terpadu. Salah satu komponennya menggunakan varietas tahan. Penggunaan varietas tahan telah berhasil menekan kerugian yang disebabkan hama wereng coklat dan penyakit virus yang ditularkannya. Terbukti setelah dilakukan tanam berjamaah (serentak) dan menggunakan varietas tahan dapat menurunkan populasi wereng coklat dan berhasil panen berkisar 9,3-10,23 t/ha pada varietas Inpari 13 di daerah Sukamandi, Ciasem-Subang; Pulonharjo Klaten; Karangdowo Klaten (Baehaki 2013). Penelitian di laboratorium menunjukkan pembentukan koloni baru wereng coklat setelah empat generasi (Baehaki 2010). Untuk itu penelitian pengujian ketahanan varietas terhadap wereng coklat perlu dilakukan secara berkelanjutan.

Patogen blas merupakan patogen polisiklus yaitu patogen yang menghasilkan lebih dari 1 siklus infeksi dalam satu musim tanam. Cendawan *Pyricularia grisea* mempunyai keragaman genetik yang tinggi (Zeigler et al. 1994). Kemampuan untuk melakukan mutasi spontan merupakan salah satu faktor yang menyebabkan adanya keragaman genetik yang tinggi pada populasi blas. Tingginya frekuensi terjadinya mutasi spontan pada cendawan blas, pada umumnya berhubungan dengan kapasitas pembentukan spora. Cendawan *P. grisea* mudah beradaptasi dengan lingkungan seperti varietas padi yang ditanam. Penggunaan varietas tahan untuk pengendalian penyakit blas menghadapi banyak kendala, karena cendawan *P. grisea* sangat dinamik sehingga ketahanan varietas mudah patah dalam menghadapi ras baru yang lebih virulen. Ras-ras baru akan segera terbentuk jika populasi tanaman berubah atau ketahanan tanaman berubah. Perubahan ras juga terjadi dari hasil reisolasi dari bercak varietas diferensial yang digunakan (Yaegashi dan Yamada 1986). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan data galur-galur harapan padi fungsional yang tahan terhadap wereng coklat biotipe 2 dan 3 serta penyakit blas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca Kebun Percobaan (RK KP) Muara, Bogor, Jawa Barat pada MT 2013. Penelitian terdiri dari beberapa kegiatan yang diuraikan sebagai berikut:

Skrining wereng coklat

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca KP Muara pada MT 2013, kegiatan meliputi perbanyakkan wereng batang coklat dan uji galur/varietas. Jenis galur yang diuji yaitu galur Observasi, UDHL, dan Pedigree. Wereng coklat yang dipergunakan adalah biotipe 2 yang dipelihara pada varietas IR 26 dan biotipe 3 yang dipelihara pada varietas IR 42, masing-masing biotipe dipelihara terpisah dalam kurungan kedap serangga. Galur-galur disemai di bak kayu dengan menyertakan pembanding rentan biotipe 2 yaitu IR 26 dan TN1 dan biotipe 3 yaitu IR 42 dan TN1 serta pembanding tahan biotipe 2 dan biotipe 3 yaitu Rathu Henaati dan Ptb 33. Setiap galur disemai 25 biji dengan 3 ulangan. Setelah tanaman berumur 5 hss diadakan penjarangan dengan disisakan 20 batang dan diinokulasi nimpha instar 2 sampai 3 sebanyak 8 ekor per batang. Pengamatan dilakukan dengan skor mulai bila TN 1 mati 90% kriteria penilaian berdasarkan SES (IRRI 2002) dan sesuai SOP BB Padi (Baehaki 2012).

Skrining penyakit blas

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Kebun Percobaan Muara Bogor tahun 2013. Materi yang diuji merupakan galur-galur harapan padi fungsional yang berasal dari beberapa kombinasi persilangan. Varietas Kencana Bali digunakan sebagai kontrol rentan. Galur-galur tersebut diuji ketahanannya terhadap 4 ras patogen blas yaitu ras 033, 073, 133 dan 173, dengan diulang 3 kali.

Persiapan inokulum patogen blas

Patogen blas ditumbuhkan pada media PDA selama 5 hari dan dipindahkan ke media sporulasi yaitu media *oat meal agar*. Pada media OMA isolat blas ditumbuhkan selama 12 hari. Pada hari kesepuluh dilakukan penggosokan koloni untuk membersihkan miselia udara dengan air steril yang mengandung *streptomycin* 100 ppm. Penggosokan miselia dengan menggunakan kwas gambar No. 10 yang sudah disterilkan. Koloni yang telah digosok diinkubasikan dalam inkubator bercahaya neon 20 watt selama 2 x 24 jam. Pembuatan larutan konidia sebagai inokulum dilakukan dengan cara menggosok koloni dengan kwas gambar No. 10 pada umur 12 hari. Sebelum digosok pada masing-masing cawan petri ditambahkan air steril yang mengandung *Tween* 20 sebanyak 0,02%. Konsentrasi inokulum yang digunakan 2 x 10⁵ konidia/mL (IRRI 2002), sesuai SOP BB Padi (Anggiani 2012).

Persiapan tanaman, inokulasi dan analisis ketahanan

Galur-galur padi ditanam pada pot-pot plastik persegi panjang dengan ukuran 30x20x10 cm, dengan pemupukan setara 300 kg Urea, 100 g TSP dan 100 g KCl untuk setiap ha. Inokulasi dilaksanakan pada tanaman padi umur 18-21

hst atau tanaman berdaun 4-5 helai. Ulangan dilakukan 3 kali. Tanaman setelah diinokulasi disimpan dalam kamar lembab selama 2 x 24 jam, selanjutnya dipindahkan ke rumah kaca dengan kelembaban di atas 90%. Analisis ketahanan varietas/galur padi dilakukan 7 hari setelah inokulasi dengan menggunakan metode SES (IRRI 2002) sesuai SOP BB Padi (Anggiani 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap wereng coklat

Galur yang diterima dari Kelti Pemuliaan BB Padi dan telah diuji terhadap wereng coklat biotipe 3 dan 2 dari galur UDHL sebanyak 16 nomer galur OBS sebanyak 288 nomor dan galur Pedigree 82 nomor sehingga jumlah keseluruhan galur yang diuji pada MT 2013 sebanyak 386 galur (Tabel 3). Hasil pengujian galur UDHL yang agak tahan terhadap wereng coklat biotipe 3 dan 2 tertantum pada (Tabel 4). Galur OBS tertantum pada (Tabel 5).

Dari pengujian galur UDHL yang bereaksi agak tahan terhadap wck biotipe 3 dan biotipe 2 ada 1 galur/Varietas yaitu Aek Sibundong dan sebanyak 2 galur/var yaitu B10544E-KN-73-3-PN-2-2-3 dan Ciasem menunjukkan reaksi agak tahan terhadap biotipe 2 saja (Tabel 4).

Padal pengujian galur OBS menunjukkan reaksi agak tahan terhadap biotipe 3 dan 2 ada 29 galur, dan ada 1 galur yaitu B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-1 agak tahan terhadap biotipe 3 saja serta ada 23 galur agak tahan terhadap biotipe 2 saja dan galur yang lainnya menunjukkan reaksi rentan sampai sangat rentan (Tabel 5). Sedangkan padal pengujian galur Pedigree tidak ada galur yang tahan maupun agak tahan tetapi semua galur pedigree yang diuji bereaksi agak rentan hingga sangat rentan.

Pengujian ketahanan galur terhadap penyakit blas

Pengujian di rumah kaca, sejumlah 61 galur diuji ketahanannya terhadap penyakit blas ternyata hasilnya

bervariasi ada yang menunjukkan respon tahan (T) sampai rentan (R) Dari 61 galur yang di uji ternyata ada 26 galur (42,6%) yang mempunyai ketahanan terhadap 1 ras, 14 (23%) galur yang mempunyai ketahanan terhadap 2 ras dan 8 galur (13%) yang mempunyai ketahanan terhadap 3 ras blas, sedang yang tahan terhadap 4 ras blas tidak ada. (Tabel 6).

Ketahanan tanaman padi terhadap blas dipengaruhi oleh ras *Pyricularia grisea* makin tinggi derajat ketahanan padi makin sedikit ras jamur yang dapat menginfeksi tanaman padi (Ou 1985). Kultivar padi yang berbeda-beda ketahannya terhadap patogen ini, hal ini tidak hanya dipengaruhi oleh gen ketahanan yang mengontrol yang dikandung oleh tanaman tersebut, banyak gen tahan (Poligenik) atau gen tunggal (monogenik) tapi dipengaruhi juga oleh ketebalan kutikula dan silika pada sel epidermis daun, ketahanan secara mekanis. Selain itu Howard dan Valent (1996) menyebutkan gen ketahanan pada tanaman spesifik untuk ras patogen tertentu. Sehingga suatu tanaman akan lebih tahan terhadap patogen tertentu jika memiliki banyak gen ketahanan.

Galur padi fungsional yang menunjukkan reaksi agak tahan terhadap kedua biotipe (Biotipe 3 dan 2) ada 1 galur/varietas UDHL (Aek Sibundong) dan 29 galur OBS. Galur yang agak tahan biotipe 3 saja ada 1 galur OBS (B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-1). Galur yang agak tahan biotipe 2 saja ada 2 galur UDHL (B10544E-KN-73-3-PN-2-2-3 dan Ciasem) dan 23 galur OBS. Dari 61 galur yang diuji dengan 4 ras blas, ternyata ada 8 galur yang mempunyai ketahanan yang beragam, tahan terhadap 3 ras blas yaitu galur B13257B-RS*1-5-MR-8-11-8, B13257B-RS*1-5-MR-9-6-1, B13257B-RS*1-5-MR-9-7-2, B13873-5-8, B13017B-RS*1-2-5-PN-1-4-1, B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-2, B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-4, dan varietas Dodokan.

Tabel 3. Jumlah galur UDHL, OBS dan Pedigree terhadap wereng coklat biotipe 3 dan 2, RK KP. Muara, Bogor MT 2013.

Galur	Skrining thd Biotipe 3						tt	Total	Skrining thd Biotipe 2						tt	Total
	0	1	3	5	7	9			0	1	3	5	7	9		
UDHL	0	0	1	4	9	2	-	16	0	0	3	8	4	1	-	16
OBS	0	0	30	106	100	35	17	288	0	0	52	149	58	12	17	288
Pedigree	0	0	0	16	27	30	9	82	0	0	0	40	25	8	9	82
Total	0	0	31	126	136	67	26	386	0	0	55	197	87	21	26	386

Keterangan: Skor 0: sangat tahan; 1: tahan; 3: agak tahan; 5: agak rentan; 7: rentan; 9: sangat rentan. tt: tidak tumbuh.

Tabel 4. Reaksi Galur UDHL padi fungsional agak tahan terhadap WCK biotipe 3 dan 2, di RK KP. Muara, Bogor MT 2013.

No Terus	Asal	Jenis Galur	Kombinasi persilangan	Biotipe 3 & 2	Biotipe 3	Biotipe 2
11	L	UDHL B10544E-KN-73-3-PN-2-2-3	Memberamo/IR51672		5	3
14	P	Aek Sibundong		3		
15	R	Ciasem			5	3

Tabel 5. Reaksi Galur OBS padi fungsional agak tahan terhadap WCK biotipe 3 dan 2, di RK KP. Muara, Bogor MT 2013.

No. Terus	Asal	Jenis galur	Biot 3 & 2	Biot 3	Biot 2
		OBS.PN.1.12			
81	1	B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-1		3	5
82	3	B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-3	3		
83	5	B13257B-RS*1-5-MR-3-2-6-1-5	3		
98	36	B11955-MR-84-1-4-13	3		
99	37	B13486D-3-1	3		
100		Aek Sibundong	3		
101	38	B13486D-4-9	3		
102	39	B13486D-4-11	3		
104	42	B13486D-4-13	3		
118	65	B13025B-RS*1-6-14-PN-18-2-2	3		
119	66	B13025B-RS*1-6-14-PN-18-2-3	3		
121	67	B13025B-RS*1-6-15-PN-15-3-3	3		
122	68	B13025B-RS*1-6-21-PN-2-2-2		5	3
127	74	B12448D-PN-1-MR-2-1-2-PN-8-1-3		5	3
131	78	B12448D-PN-1-MR-2-1-2-PN-10-3-3		5	3
132	82	B12448D-PN-1-MR-2-1-10-PN-4-1-3		7	3
133	83	B12448D-PN-1-MR-2-1-10-PN-4-1-5		5	3
134	84	B12448D-PN-1-MR-5-3-3-PN-7-3-3		5	3
138	89	B12448D-PN-1-MR-5-3-4-PN-11-3-6	3		
139	91	B12448D-PN-1-MR-5-3-4-PN-13-3-3	3		
140		Sintanur	3		
155	113	B13257B-RS*1-5-MR-2-1-5	3		
156	115	B13257B-RS*1-5-MR-2-5-3	3		
157	117	B13257B-RS*1-5-MR-2-6-1	3		
198	177	HHZ11-SAL9-Y1-Y1-MR-1		5	3
199	178	HHZ12-Y4-Y3-Y1-MR-2		5	3
201	179	HHZ12-Y4-Y3-Y1-MR-3	3		
202	183	R04L191-MR-2	3		
203	184	B13869-1-2		5	3
204	185	B13869-5-1	3		
207	188	B13873-5-8	3		
222	212	B13498D-2		5	3
223	213	B13498D-5		5	3
235	249	B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-2		5	3
236	251	B11823-MR-2-23-2-4-5-SI-3-1-PN-3-5		5	3
237	252	B11957-RS*2-3-2-18-2-SI-2-MR-2-PN-2-1		5	3
262	288	B12743-MR-18-2-3-9-PN-9-1-3		5	3
266	294	B12891-5D-MR-2-1-PN-5-2-1		5	3
277	312	B12509D-RS*1-1-5-PN-18-2-1	3		
278	314	B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-4		5	3
279	315	B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-5		5	3
281	316	B12688D-RS*1-1-2-PN-4-1-3	3		
282	319	B12688D-RS*1-1-3-PN-4-1-4		5	3
286	325	B12688D-RS*1-1-3-PN-13-1-1	3		
312	372	B13031B-RS*1-5-11-PN-5-1-3	3		
318	382	B12006-RS*1-1-MR-1-PN-23-2-2	3		
338	407	B12415E-MR-5-PN-1-3	3		
339	408	B12512E-MR-14-PN-1-3	3		
342	411	B12531D-MR-11-PN-3-3		5	3
343	412	B12531D-MR-12-PN-1-3		5	3
357	431	B13064C-MR-2-PN-3-1	3		
358	432	B13064C-MR-3-PN-1-1		5	3
359	433	B13064C-MR-3-PN-1-3		5	3

Tabel 6. Galur-galur padi fungsional yang mempunyai ketahanan terhadap 3 ras blas.

No.		Galur/Varietas	Reaksi <i>Pyricularia grisea</i>							
Urut	Asal		Ras 033		Ras 073		Ras 133		Ras 173	
1	127	B13257B-RS*1-5-MR-8-11-8	1	T	1	T	3	AT	1	T
2	139	B13257B-RS*1-5-MR-9-6-1	1	T	1	T	3	AT	1	T
3	142	B13257B-RS*1-5-MR-9-7-2	1	T	3	AT	1	T	1	T
4	188	B13873-5-8	1	T	1	T	1	T	1	T
5	234	B13017B-RS*1-2-5-PN-1-4-1	1	T	1	T	1	T	1	T
6	249	B11742-RS*2-3-MR-5-5-1-SI-2-PN-3-2-2	1	T	1	T	1	T	1	T
7	314	B12688D-RS*1-1-1-PN-1-2-4	1	T	3	AT	1	T	1	T
8	CHEK	Dodokan	1	T	1	T	1	T	1	T

Keterangan : T = tahan; R = rentan; AT = agak tahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggiani N. 2012. Standar operasional prosedur (SOP). Pengujian Ketahanan galur/varietas padi terhadap penyakit blas *Pyricularia grisea*. B.B. Padi, Subang.
- Baehaki SE. 2010. Perubahan biotipe wereng coklat pada beberapa sentra produksi padi di Indonesia. Pross. Sem. Nas. V. Pemberdayaan keanekaragaman serangga untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat. PEI Cabang Bogor.
- Baehaki SE. 2012. Standar operasional prosedur (SOP). Pengujian galur dan varietas padi terhadap wereng coklat *Naparvata lugens*. B.B. Padi, Subang.
- Baehaki SE. 2013. Dampak tanam padi berjamaah (serempak). http://bbpadi.litbang.deptan.go.id/index/in_berita/hasil-hasil_penelitian [14-01-2013].
- BBPOPT [Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan]. 2010. Status dan prakiraan serangan wereng coklat (wbc) musim tanam 2010/2011. Seminar Puslitbangtan, 30 Agustus 2010.
- Howard RJ, B Valent. 1996. Breaking and entering: host penetration by the fungal rice blast pathogen *Magnaporthe grisea*. Annu Rev Microbiol 50: 491–512.
- IRRI. 2002. Standart Evaluation System (SES) for Rice. International Rice Research Institute Los Banos, Philippines.
- Ou SH. 1985. Rice Disease. Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey. England.
- Yaegashi H, Yamada M. 1996. Pathogenic race and mating Type of *Pyricularia oryzae* from Soviet Union, China, Nepal, Thailand, Indonesia and Columbia. Ann Phytopath Soc Japan 52 : 225-234.
- Zeigler RS, Tohme J, Nelson R, Levy M, Correa-Victoria FJ. 1994. Lineage exclusion : A proposal for linjing blast population analysis to resistance breeding. rice blast disease. CAB International IRRI 267-2.

Induksi kalus *Chrysanthemum indicum* untuk meningkatkan keragaman genetik dari sel somatik

Callus Induction of *Chrysanthemum indicum* for increasing genetic diversity from somatic cell

REZA RAMDAN RIVAI[✉], HENDRA HELMANTO

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16003, Jawa Barat, Indonesia.
Tel./Fax. +62-251-8322187, ✉email: rezaramdanrivai@gmail.com.

Manuskrip diterima: 15 Desember 2014. Revisi disetujui: 10 Januari 2015.

Abstrak. Rivai RR, Helmanto H. 2015. Induksi kalus *Chrysanthemum indicum* untuk meningkatkan keragaman genetik dari sel somatik. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 167-170*. *Chrysanthemum indicum* L. merupakan salah satu bunga potong yang sudah diproduksi massal di Indonesia. Variasi somaklonal yang terjadi pada kultur *in vitro* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif pemuliaan tanaman karena dapat meningkatkan keragaman genetik dari suatu tanaman. Zat pengatur tumbuh merupakan salah satu faktor yang dapat menginduksi terbentuknya kalus. Kalus dapat dihasilkan dari potongan organ seperti daun, hipokotil, kotiledon, batang, embrio zigotik dan bagian tanaman lainnya yang ditumbuhkan dalam media yang mengandung auksin seperti 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh media dengan konsentrasi auksin (2,4-D) yang tepat dari dua asal eksplan yang berbeda dalam menginduksi kalus krisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplan yang berasal dari daun memiliki respon terbaik terhadap pembentukan kalus pada media *Murashige and Skoog* (MS) dengan penambahan 3 mg L⁻¹ 2,4-D. Berbeda halnya dengan eksplan yang berasal dari *internode* memiliki respon terbaik terhadap pembentukan kalus pada media MS dengan penambahan 1 mg L⁻¹ 2,4-D dan 2 mg L⁻¹ 2,4-D.

Kata kunci: Auksin, kalus, krisan, variasi somaklonal

Abstract. Rivai RR, Helmanto H. 2015. Callus Induction of *Chrysanthemum indicum* for increasing genetic diversity from somatic cell. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (1): 167-170*. *Chrysanthemum indicum* L. is cut flowers that have been mass-produced in Indonesia. Somaclonal variation of *in vitro* culture can be used as an alternative way for plant breeding. Plant growth regulator is a factor for callus induction. Callus can be produced from various explants such as leaf, hypocotyl, cotyledon, stem, zygotic embryo and other plant parts that are cultured in medium containing auxin compounds especially 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). The objective of this research was to obtain the best concentration of 2,4-D within Murashige and Skoog (MS) basal medium for callus induction of *Chrysanthemum indicum* L. from different types of explants. The results showed that MS medium combined with 3 mg L⁻¹ 2,4-D was the best treatment for inducing callus from the leaf. However, MS medium combined with 1 or 2 mg L⁻¹ 2,4-D were the best treatments for inducing callus from internode.

Keywords: Auxin, callus, chrysanthemum, somaclonal variation

PENDAHULUAN

Krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) merupakan tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai tanaman hias maupun bahan baku obat. Bunga potong ini termasuk kedalam komoditas penting dalam bisnis tanaman hias. Pengembangan krisan perlu terus diupayakan dalam upaya pemenuhan selera konsumen. Salah satu metode perbanyakan masal yang digunakan dalam budidaya krisan adalah secara *in vitro*.

Perbanyakan tanaman secara *in vitro* secara teoritis akan menghasilkan tanaman-tanaman yang secara genetik seragam karena tanaman *in vitro* berkembang hanya melalui pembelahan sel secara mitotik. Namun banyak bukti menunjukkan bahwa dalam populasi tanaman yang dihasilkan secara *in vitro* melalui kultur kalus dan

embriogenesis terjadi variasi fenotipik. Variasi tersebut dinamakan variasi somaklonal. Variasi somaklonal yang terjadi pada kultur *in vitro* dapat dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif pemuliaan tanaman karena dapat meningkatkan keragaman genetik dari suatu tanaman (Yuwono 2006).

Pembelahan sel secara berulang-ulang pada kultur *in vitro* dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT). Auksin khususnya 2,4-D dengan konsentrasi tertentu dapat merangsang terbentuknya kalus. Kalus yang terbentuk dapat direkayasa dan diarahkan untuk membentuk organ maupun tanaman lengkap tergantung stimulus ZPT yang diberikan. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi auksin (2,4-D) terbaik dalam menginduksi kalus yang berasal dari dua eksplan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2012 sampai dengan bulan Januari 2013.

Bahan

Bahan tanaman yang digunakan adalah planlet krisantimum yang sebelumnya ditumbuhkan pada media *Murashige and Skoog* (MS) tanpa tambahan zat pengatur tumbuh. Eksplan yang digunakan adalah bagian daun dan *internode*nya. Media yang digunakan untuk menginduksi kalus pada percobaan ini adalah media MS dengan tambahan auksin yaitu *2,4-dichlorophenoxy acetic acid* (2,4-D) yang terdiri atas tiga taraf: 1 mg L⁻¹ 2,4-D, 2 mg L⁻¹ 2,4-D dan 3 mg L⁻¹ 2,4-D.

Metode percobaan

Penelitian tersusun atas dua percobaan. Percobaan pertama yaitu induksi kalus yang berasal dari eksplan daun. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentersasi 2,4-D. Terdapat tiga taraf konsentersasi 2,4-D yaitu: 1, 2 dan 3 mg L⁻¹. Terdapat enam ulangan untuk masing-masing perlakuan sehingga terdapat 18 satuan percobaan (botol kultur). Tiap satuan percobaan terdiri atas 3 eksplan, sehingga terdapat 54 satuan amatan. Sedangkan percobaan kedua yaitu induksi kalus yang berasal dari eksplan *internode*. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu konsentersasi 2,4-D. Terdapat tiga taraf konsentersasi 2,4-D yaitu: 1, 2 dan 3 mg L⁻¹. Terdapat enam ulangan untuk masing-masing perlakuan sehingga terdapat 18 satuan percobaan (botol kultur). Tiap satuan percobaan terdiri atas 3 eksplan, sehingga terdapat 54 satuan amatan.

Prosedur kerja

Pembuatan media tanam

Pembuatan media MS dilakukan dengan mengambil larutan dari setiap larutan stok media (A, B, C, D, E, F, *myoinositol* dan vitamin) yang telah dibuat sesuai dengan volume yang diperlukan serta ditambah dengan auksin sesuai dengan taraf perlakuan masing-masing (1, 2 dan 3 mg L⁻¹). Setelah semua larutan dimasukkan ke dalam labu takar ditambahkan gula yang telah dilarutkan dengan konsentersasi 30 g l⁻¹. Lalu ditera sampai tanda tera dengan aquades. Setelah itu dilakukan pengukuran pH dengan kertas lakmus sampai pH media 5.8. Larutan media yang telah diukur pH dimasukkan kedalam panci lalu ditambahkan agar dengan konsentersasi 7 g l⁻¹. Larutan media dimasak sampai mendidih. Larutan media lalu dimasukkan ke dalam botol kultur sekitar 15 ml per botol. Semua media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 17.5 Psi selama 25-30 menit.

Penanaman eksplan

Penanaman eksplan dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet* yang telah dibersihkan dengan menggunakan

alkohol 70%. Planlet krisantimum dikeluarkan dari botol dan disimpan dalam cawan petri steril. Akar dan daun yang telah kering dibuang. Daun tanpa tangkainya dan *internode* dipotong serta dilukai. Daun dan *internode* ditanam terpisah pada media sesuai perlakuan. Setiap botol ditanam tiga eksplan dan diberi kode. Semua botol disimpan di rak kultur yang gelap dan bertemperatur 18-21°C.

Peubah pengamatan

Peubah yang diamati terdiri atas persentase eksplan steril, persentase eksplan berkalus, diameter kalus dan jumlah tunas yang muncul.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif serta analisis ragam dengan uji F pada taraf nyata 5%. Jika uji F berpengaruh nyata maka nilai tengah diuji lanjut dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test/ DMRT*) pada taraf nyata 5%. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Microsoft Excel* dan *Statistical Tool for Agricultural Research (STAR 2.0.1)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap eksplan daun dan *internode* yang ditanam pada media MS ditambah dengan tiga taraf konsentersasi 2,4-D selama enam minggu setelah tanam menunjukkan bahwa rata-rata persentase eksplan hidup mencapai 89.23 % (Gambar 1.). Menurut Smith (2013) kondisi ini menggambarkan bahwa dengan adanya penambahan auksin (2,4-D) pada media tanam diduga dapat meningkatkan proses fisiologis sel sehingga eksplan daun dan *internode* dapat bertahan hidup. Eksplan menyerap air dan hara melalui pelukaan kemudian mengalir ke jaringan pembuluh sebagai aliran hara. Selain itu, eksplan yang digunakan merupakan planlet steril yang telah dikulturkan sebelumnya.

Eksplan daun yang ditanam pada media MS ditambah dengan berbagai taraf konsentersasi (1, 2 dan 3) mg L⁻¹ 2,4-D mulai memberikan respon pembentukan kalus pada tujuh hari setelah eksplan ditanam. Tabel 1. menunjukkan persentase eksplan daun berkalus pada berbagai konsentersasi 2,4-D selama enam minggu setelah tanam. Penambahan 2,4-D dengan konsentersasi 3 mg L⁻¹ pada media MS menunjukkan respon terbaik terhadap persentase eksplan daun berkalus. Smith (2013) menjelaskan bahwa penggunaan auksin pada kultur *in vitro* dapat merangsang pembentukan kalus dan menekan morfogenesis.

Kalus krisan pada media MS ditambah dengan 2 mg L⁻¹ BA dan 0.1 mg L⁻¹ NAA terbentuk 96% dari daun yang digunakan sebagai eksplan (Nahid et al 2007). Jaramillo et al (2008) melaporkan bahwa regenerasi krisan dengan menggunakan daun sebagai eksplan memiliki respon terbaik pada media MS ditambah dengan 4 mg L⁻¹ NAA dan 4.5 mg L⁻¹ BAP. Barakat et al (2010) menambahkan bahwa media terbaik untuk menginduksi kalus krisan yang berasal dari eksplan daun adalah media MS yang ditambah dengan 0.5 mg L⁻¹ NAA dan 1 mg L⁻¹ BAP.

Tabel 1. Persentase eksplan daun berkalus, *internode* berkalus, diameter kalus eksplan awal daun dan diameter kalus eksplan awal *internode* pada berbagai konsentrasi 2.4-D selama 6 minggu setelah tanam (%).

Konsentrasi 2.4-D (mg L ⁻¹)	Daun		<i>Internode</i>	
	Eksplan berkalus (%)	Diameter kalus (cm)	Eksplan berkalus (%)	Diameter kalus (cm)
1	53 b	0.06 b	100 b	0.57 a
2	12 c	0.12 b	100 c	0.46 a
3	100 a	0.41 a	42 a	0.19 b

Catatan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada hasil uji lanjut DMRT taraf 5%.



Gambar 1. Kalus krisan yang terbentuk: a. Eksplan daun; b. Eksplan *internode*

Berdasarkan Tabel 1. media yang memberikan respon terbaik terhadap persentase eksplan *internode* berkalus adalah media MS yang ditambah dengan 1 atau 2 mg L⁻¹ 2.4-D. Hasil penelitian yang diperoleh Ilahi et al (2007) menunjukkan bahwa media MS yang mengandung 0.5 mg L⁻¹ NAA dan 0.5 mg L⁻¹ BAP merupakan media terbaik untuk menginduksi kalus krisan dengan menggunakan eksplan yang berasal dari *internode*. Shatnawi et al. (2010) mengungkapkan bahwa media MS dengan tambahan 0.6 mg L⁻¹ kinetin merupakan media terbaik untuk multiplikasi

kalus krisan dengan menggunakan buku tunggal sebagai eksplan awal. Penggunaan media MS dengan tambahan zat pengatur tumbuh tunggal juga dilakukan oleh Waseem et al (2011) untuk menginduksi kalus krisan dengan eksplan awal berupa *internode*, media MS ditambah dengan 0.2 mg L⁻¹ IBA merupakan media terbaik untuk menginduksi kalus.

Hasil pengamatan terhadap diameter kalus yang terbentuk pada eksplan awal berupa daun disajikan pada Tabel 1. Penambahan 2.4-D dengan konsentrasi 3 mg L⁻¹

pada media MS menunjukkan respon terbaik terhadap diameter kalus yang terbentuk. Berbeda halnya dengan hasil pengamatan pada Tabel 1. yang menunjukkan bahwa penambahan 2,4-D dengan konsentrasi 1 atau 2 mg L⁻¹ pada media MS menunjukkan respon terbaik terhadap diameter kalus yang terbentuk dari eksplan awal berupa *internode*.

Tunas yang muncul dari kalus dengan eksplan awal berupa daun terdapat pada media MS + 3 mg L⁻¹ 2,4-D sebanyak 33.3% selama enam minggu setelah tanam. Sedangkan kalus yang berasal dari eksplan awal berupa *internode* menghasilkan tunas hanya pada media MS + 1 mg L⁻¹ 2,4-D sebanyak 11.2 %. Perlu adanya subkultur kalus pada media inisiasi tunas dan pengakaran. Verma (2012) melaporkan bahwa media MS + 0.5 mg L⁻¹ NAA merupakan media terbaik untuk pengakaran kalus krisan. Pada tahun yang sama, Nalini (2012) mengungkapkan bahwa media MS + 3 mg L⁻¹ kinetin + 2 mg L⁻¹ IAA merupakan media terbaik untuk menginisiasi munculnya tunas, sedangkan media MS + 1 mg L⁻¹ IBA adalah media terbaik untuk pengakaran kalus krisan. Lindiro et al (2013) menambahkan bahwa media terbaik untuk menginisiasi munculnya tunas krisan adalah media MS + 5 mg L⁻¹ BAP sedangkan media terbaik untuk pengakaran adalah media MS + 10 mg L⁻¹ IBA. Menurut Zafarullah et al (2013) media MS + 1 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA merupakan media terbaik untuk multiplikasi tunas krisan secara *in vitro*. Sedangkan untuk pengakaran, media MS + 0.1 mg L⁻¹ IBA merupakan media terbaik.

Penggunaan kultur jaringan, khususnya induksi kalus sebagai metode perbanyak tanaman dapat meningkatkan variasi somaklonal. Miler dan Zalewska (2014) mengungkapkan bahwa variasi somaklonal pada kultur kalus krisan terjadi lebih besar pada eksplan yang berasal dari daun dibandingkan dengan *internode*. Upaya peningkatan keragaman genetik pada krisan telah dilakukan Misra dan Datta (2007) menggunakan radiasi sinar gamma dengan dosis terbaik 10 Gy. Zalewska et al (2011) telah menghasilkan kultivar krisan baru dari hasil mutagenesis menggunakan radiasi sinar gamma dengan dosis 15 Gy. Nencheva (2006) melaporkan bahwa terdapat korelasi positif antara tinggi planlet ketika berumur 4 minggu setelah aklimatisasi dengan panjang tangkai bunga ketika tanaman tersebut mulai berbunga. Keragaman genetik dan proses penyeleksian merupakan modal utama dalam pemuliaan tanaman.

Eksplan yang berasal dari daun memiliki respon terbaik terhadap pembentukan kalus krisan pada media *Murashige and Skoog* (MS) dengan penambahan 3 mg L⁻¹ 2,4-D. Berbeda halnya dengan eksplan yang berasal dari *internode* memiliki respon terbaik terhadap pembentukan kalus krisan pada media MS dengan penambahan 1 mg L⁻¹ 2,4-D dan 2 mg L⁻¹ 2,4-D. Perlu adanya penelitian lanjutan terkait inisiasi tunas dan akar pada kalus yang telah terbentuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Megayani Sri Rahayu sebagai pembimbing dalam penelitian ini. Terimakasih pula kepada Nurila Kusuma Sari dan Mustika Dwi Rahayu, dari Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB Bogor yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barakat MN, RSA Fattah, M Badr, MG El-Torky. 2010. *In vitro* culture and plant regeneration derived from ray florets of *Chrysanthemum morifolium*. African J Biotechnol 9(8): 1151-1158.
- Ilahi I, M Jabeen, SN Sadaf. 2007. Rapid clonal propagation of *Chrysanthemum* through embryogenic callus formation. Pakistan J Bot 39(6): 1945-1952.
- Jaramillo EH, A Forero, G Cancino, AM Moreno, LE Monsalve, W Acero. 2008. *In vitro* regeneration of three chrysanthemum (*Dendrathera grandiflora*) varieties via organogenesis and somatic embryogenesis. Universitas Scientiarum 13(2): 118-127.
- Lindiro C, J Kahia, T Asimwe, I Mushimiyimana, B Waweru, M Kouassi, E Koffi, S Kone, PY Sallah. 2013. *In vitro* regeneration of pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) plantlets from nodal explants of *in vitro* raised plantlets. international journal of application or innovation in engineering and management 2(7): 207-213.
- Miler N, M Zalewska. 2014. Somaclonal variation of *Chrysanthemum* propagated *in vitro* from different explants types. Acta Sci. Pol 13(2): 69-82.
- Misra P, SK Datta. 2007. Standardization of *in vitro* protocol in *Chrysanthemum* cv. Madam E Roger for development of quality planting material and to induce genetic variability using gamma radiation. Indian J Biotechnol 6(1): 121-124.
- Nahid JS, S Shyamali, H Kazumi. 2007. High frequency shoot regeneration from petal explants of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *in vitro*. Pakistan J Biol Sci 10(19): 3356-3361.
- Nalini R. 2012. Micropropagation of *Chrysanthemum (Chrysanthemum morifolium)* using shoot tip as explant. international journal of food, agriculture and veterinary sciences 2(2): 62-66.
- Nencheva D. 2006. *In vitro* prediction of plant height for *Chrysanthemum x grandiflorum* (Ramat.) Kitam. J Fruit Ornamental Res 14(1): 223-232.
- Shatnawi M, AA Fauri, H Megdadi, MKA Shatnawi, R Shibli, SA Romman, ALA Ghzawi. 2010. *In vitro* multiplication of *Chrysanthemum morifolium* Ramat and its responses to NaCl induced salinity. Jordan J Biol Sci 3(3): 101-110.
- Smith RH. 2013. Plant tissue culture: techniques and experiments. Academic press. Texas.
- Verma OP. Standardization of auxin concentration for root induction in *Chrysanthemum morifolium*. advances in applied science research 3(3): 1449-1453.
- Waseem K, MS Jilani, MS Khan, M Kiran, G Khan. 2011. Efficient *in vitro* regeneration of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* L.) plantlets from nodal segments. african journal of biotechnology 10(8): 1477-1484.
- Yuwono T. 2006. Bioteknologi Pertanian. Univ Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Zafarullah S, S Ilyas, S Naz, F Aslam, F Manzoor. 2013. Effect of culture media and growth regulators on *in vitro* propagation of *Chrysanthemum indicum* L. Pakistan J Sci 65(4): 462-466.
- Zalewska M, A Tymozuk, N Miler. 2011. New *Chrysanthemum* cultivars as a result of *in vitro* mutagenesis with the application of different explant types. Acta Sci Pol 10(2): 109-123.