



# Seminar Nasional & International Conference

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon  
vol. 4 | no. 1 | pp. 1-96 | Juni 2018  
ISSN: 2407-8050

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT BIODIVERSITAS INDONESIA Surakarta, 6 April 2018



Penyelenggara & Pendukung



**BIODIVERSITAS**  
Journal of Biological Diversity



Invasi *Verbena brasiliensis* di Gunung Semeru, Jawa Timur, foto: Sam Bonaventura

# PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

## Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 4 | no. 1 | pp. 1-96 | Juni 2018 | 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, **A. Widiastuti**, Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Jawa Tengah, Sukoharjo  
Anggota, **Gut Windarsih**, IAIN Sultan Maulana Hasanuddin, Serang  
Anggota, **Supatmi**, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Cibinong, Bogor

### PENYUNTING TAMU (PENASEHAT):

**Artini Pangastuti**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta  
**Nisyawati**, Universitas Indonesia, Depok  
**Nurhasanah**, Universitas Mulawarman, Samarinda  
**Yosep Seran Mau**, Universitas Nusa Cendana, Kupang

### PENERBIT:

Masyarakat Biodiversitas Indonesia

### PENERBIT PENDAMPING:

Program Biosains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jurusan Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta

### PUBLIKASI PERDANA:

2015

### ALAMAT:

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

### ONLINE:

[smujo.id/psnmbi](http://smujo.id/psnmbi); [biodiversitas.mipa.uns.ac.id/psnmbi.htm](http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/psnmbi.htm)

### PENYELENGGARA & PENDUKUNG:



MASYARAKAT  
BIODIVERSITAS  
INDONESIA

**BIODIVERSITAS**  
Journal of Biological Diversity



JUR. BIOLOGI FMIPA, JUR.  
ILMU LINGKUNGAN FMIPA &  
PS. BIOSAINS PPS  
UNS SURAKARTA



DEP. BIOLOGI FMIPA  
UI DEPOK

# Pedoman untuk Penulis

**Ruang Lingkup** *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy 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](http://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 konsistensi.

**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 dan lain-lain). Nama jurnal disingkat merujuk pada ISSN List of Title Word Abbreviations ([www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php](http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php)). Berikut adalah contoh penulisannya:

### 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](http://www.molecularsystemsbiology.com) [21 April 2015]

## **PROSES PENGULASAN (REVIEW PROCESS)**

Persetujuan penerbitan suatu naskah menyiratkan bahwa naskah tersebut telah diseminarkan (baik oral atau poster) (*open review*), disunting oleh Dewan Penyunting (*Editorial board*) dan diulas oleh pihak lain yang ditunjuk berdasarkan kepakarannya (Penyunting Tamu; *Guest editor*). Di luar tanggapan peserta seminar (*open review*), proses pengulasan dilakukan secara *double blind review*, dimana identitas penulis dan penyunting tamu disembunyikan. Namun, dalam kasus untuk mempercepat proses penilaian identitas keduanya dapat dibuka dengan persetujuan kedua belah pihak. Penulis umumnya akan diberitahu penerimaan, penolakan, atau keperluan untuk merevisi 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 waktu tiga bulan. Kriteria utama untuk publikasi adalah kualitas ilmiah dan telah dipresentasikan. Makalah yang disetujui akan dipublikasikan dalam urutan kronologis. Publikasi ini dicetak/diterbitkan beberapa kali dalam setahun mengikuti jumlah kegiatan seminar. Namun, publikasi online dilakukan segera setelah *proof reading* dikoreksi penulis.

## **UNCORRECTED PROOF**

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

## **PEMBERITAHUAN**

Semua komunikasi mengenai naskah dilakukan melalui email: [biodiversitas@gmail.com](mailto:biodiversitas@gmail.com).

## **PEDOMAN ETIKA**

**Pros Sem Nas Masy 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 atas 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.

## **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 lembaganya untuk akses. Pengguna berhak untuk membaca, mengunduh, menyalin, 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.

## Kata Pengantar

*Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon)* Volume 4, Nomor 1, Juni 2018 berisikan naskah-naskah dari kegiatan *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Surakarta, 6 April 2018*, bertemakan *Spesies Asli, Endemik dan Introduksi: Pelindungan, Pemanfaatan dan Pengendalian*. Prosiding ini juga menerbitkan beberapa naskah yang telah dipresentasikan pada beberapa seminar nasional sebelumnya, yang naskah revisinya baru disetujui Dewan Penyunting akhir-akhir ini.

Naskah-naskah yang diterbitkan dalam prosiding ini telah melalui beberapa tahapan proses seleksi, dimulai dari seleksi awal terhadap abstrak-abstrak yang dikirimkan untuk dipresentasikan pada seminar nasional; dilanjutkan dengan proses presentasi oral atau poster, sekaligus review melalui tanya jawab oleh sesama peserta seminar. Selanjutnya, naskah-naskah tersebut 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*) 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.

Naskah yang secara kualitas berpotensi untuk diterbitkan namun karena alasan tertentu penulis belum dapat memenuhi saran revisi dari para penyunting, maka akan

diterbitkan pada edisi berikutnya. Sementara itu naskah yang berkualitas baik, disarankan untuk diterbitkan pada jurnal *Biodiversitas* (Scopus indexed) atau *Nusantara Bioscience* (ESCI Web of Science). Sedangkan, naskah yang tidak lolos dari proses review dan penyuntingan, tidak dapat diterbitkan.

Atas terlaksananya kegiatan seminar nasional dan terbitnya prosiding ini, diucapkan terima kasih 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 Indonesia, Depok, Universitas Tanjungpura, Pontianak dan Borneo Nature Foundation, Palangkaraya.

Sebagian dana kegiatan ini diperoleh dari jurnal *Biodiversitas*, *Journal of Biological Diversity* dan *Nusantara Bioscience* dalam rangka penjarangan naskah berkualitas untuk jurnal-jurnal tersebut. Untuk itu diucapkan terima kasih.

Akhir kata, permohonan maaf disampaikan kepada para pihak atas kekurangsempurnaan yang terjadi, dengan harapan hal tersebut dapat menjadi pembelajaran bagi kegiatan selanjutnya.

Samarinda, 31 Juni 2018

Ketua Dewan Penyunting

## Rumusan

*Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Surakarta, 6 April 2018, bertemakan Spesies Asli, Endemik dan Introduksi: Pelindungan, Pemanfaatan dan Pengendalian*

Spesies asli adalah spesies yang terbentuk secara alami di suatu wilayah sejalan dengan proses pembentukan geomorfologi kawasan tersebut. Spesies endemik adalah spesies asli yang hanya ditemukan di wilayah tertentu dan unik untuk lokasi geografis tertentu seperti pulau, negara, zona, atau tipe habitat. Spesies introduksi adalah spesies yang didatangkan ke suatu kawasan tertentu (tidak asli). Spesies pendatang yang memiliki jangkauan luas di seluruh atau sebagian besar habitat yang sesuai disebut spesies kosmopolitan.

Indonesia hanya meliputi sekitar 1,4% luas permukaan bumi, tetapi ditinggali oleh 10% spesies tumbuhan berbunga dunia (25.000 spesies), 17% spesies burung dunia (1530 spesies) dimana 24% merupakan burung endemik (24%), 12% spesies mamalia dunia (515 spesies), dimana 36% merupakan mamalia endemik, 16% reptil dan ampibia dunia, serta 12% spesies ikan dunia. Keragaman habitat memungkinkan hal tersebut terjadi. Di samping itu, Indonesia juga merupakan rumah besar bagi sejumlah spesies introduksi dimana sebagian bersifat invasif baik dalam budidaya pertanian, kehutanan maupun perikanan.

Spesies introduksi dapat bersifat invasif, karena dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan, tumbuh dan berkembangbiak dengan cepat, bersaing untuk sumberdaya, serta tidak memiliki saingan atau hama. Kehadirannya dapat berdampak negatif bagi ekosistem karena menekan spesies asli, mengurangi habitat alami, menurunkan kesehatan dan produktivitas hutan, mempengaruhi proses-proses penting dalam ekosistem.

Dalam kegiatan ini terungkap bahwa Indonesia kaya akan keanekaragaman spesies asli dan endemik, serta memiliki banyak spesies introduksi. Kerusakan habitat dan pemanenan berlebih merupakan ancaman utama terhadap kelasngungan hidup spesies asli dan endemik. Di samping itu, beberapa spesies introduksi bersifat invasif, bahkan banyak pula yang menjadi hama dan penyakit tanaman dan hewan ternak serta berbahaya bagi kesehatan umat manusi. Keberadaannya dapat mendesak spesies asli, terlebih spesies endemik. Namun, beberapa spesies introduksi sangat diperlukan baik untuk bahan pangan, bahan obat maupun bahan baku industri, sehingga strategi pengelolaan yang tepat diperlukan.

Dalam seminar nasional ini diungkapkan ide-ide baru dan hasil-hasil penelitian baru dalam kajian keanekaragaman hayati pada tingkat genetik, spesies dan ekosistem, serta pemanfaatan, perlindungan dan pengembangannya baik spesies asli, endemik ataupun spesies introduksi.

## Daftar Partisipan

No.	Nama	Institusi
1.	<b>Adinda Jatu Meidiani</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
2.	<b>Aditya Kusumawardana</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
3.	<b>Affan Kurniawan</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
4.	<b>Ahmad Dwi Setyawan</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
5.	<b>Ahmad Naufal Fathin</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
6.	<b>Alam Anshary</b>	Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah
7.	<b>Alfin Widiastuti</b>	Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Jawa Tengah, Sukoharjo
8.	<b>Ana Sholekhah Azhar</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
9.	<b>Andi Nugroho</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
10.	<b>Anisa Septiasari</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
11.	<b>Ari Yuningsih</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
12.	<b>Aria Dirawan</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
13.	<b>Arif Nirsatmanto, Dr.</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
14.	<b>Arkan Setiaji</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
15.	<b>Asyroful Muna</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
16.	<b>Atus Syahbudin, Dr.</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
17.	<b>Awaludin</b>	Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara
18.	<b>AYPBC Widyatmoko</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
19.	<b>Ayu Astuti</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
20.	<b>Bainah Sari Dewi, Dr.</b>	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
21.	<b>Betty Rahma Handayani</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
22.	<b>Bq. Mutmainnah</b>	Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur
23.	<b>Busyairi</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
24.	<b>Diagal Wisnu Pamungkas</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
25.	<b>Diannisa Primusadi</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
26.	<b>Dwi Astiani, Dr.</b>	Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat
27.	<b>Dwi Kartikaningtyas</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
28.	<b>Eko Binnaryo Mei Adi</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Cibinong, Bogor, Jawa Barat
29.	<b>Eko Murniyanto, Dr.</b>	Universitas Trunojoyo, Bangkalan, Jawa Timur
30.	<b>Elieser V. Sirami</b>	Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat
31.	<b>Emil Bachtiar Moerad</b>	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
32.	<b>Endah Wahyuningsih</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
33.	<b>Fatimah Az-zhara</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
34.	<b>Hotlan Manik</b>	Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat
35.	<b>Indra Dwipa, Dr.</b>	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
36.	<b>Istiana Prihatini</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
37.	<b>Ivon Nanda Berlian</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
38.	<b>Jennifer Brousseau, Dr.</b>	Borneo Nature Foundation, Palangkaraya, Kalimantan Tengah

---

39.	<b>Kartina</b>	Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara
40.	<b>Kaswan Badami</b>	Universitas Trunojoyo, Bangkalan, Jawa Timur
41.	<b>Khemasili Kosala</b>	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
42.	<b>Kiki Haetami</b>	Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat
43.	<b>Lenny M. Mooy</b>	Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Kupang, Nusa Tenggara Timur
44.	<b>Maryatul Qiptiyah</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
45.	<b>Mohamad Zainusifa</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
46.	<b>Muhamad Arif Romadhon</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
47.	<b>Nani Husien</b>	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
48.	<b>Nisyawati, Dr.</b>	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
49.	<b>Nur Choiriyah Merdekawati</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
50.	<b>Nur Fitriana Ariyanti</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
51.	<b>Nurasmi</b>	Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara
52.	<b>Nurjannah</b>	Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara
53.	<b>Puji Asi Asih</b>	Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah
54.	<b>Puji Harsono, Dr.</b>	Universitas Bengkulu, Bengkulu
55.	<b>Putri Sri Andila</b>	BKT Kebun Raya Eka Karya Bali, LIPI, Tabanan, Bali
56.	<b>R. Syamsul Hidayat</b>	PKT Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor, Jawa Barat
57.	<b>Reflinaldon, Dr.</b>	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
58.	<b>Rokhmani</b>	Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah
59.	<b>Ruhyat Partasasmita, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat
60.	<b>Sarah Yuliana</b>	Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Manokwari, Papua Barat
61.	<b>Setyo Dwi Utomo, Prof.</b>	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
62.	<b>Sinar Suryawati</b>	Universitas Trunojoyo, Bangkalan, Jawa Timur
63.	<b>Siti Maimunah</b>	Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangkaraya, Kalimantan Tengah
64.	<b>Sjarif Ismail</b>	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
65.	<b>Sri Ramadiana</b>	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
66.	<b>Sri Sunarti</b>	Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan, Sleman, Yogyakarta
67.	<b>Swandari Paramita</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
68.	<b>Syofia Rahmayanti</b>	Balai Litbang Teknologi Serat Tanaman Hutan, Kuok, Kampar, Riau
69.	<b>Tetri Widiyani, Dr.</b>	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
70.	<b>Titien Ngatinem Praptosuwiryo, Dr.</b>	PKT Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor, Jawa Barat
71.	<b>Tumpak Sidabutar, Dr.</b>	Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta
72.	<b>Widodo, Dr.</b>	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Sleman, Yogyakarta
73.	<b>Woro Setyo Sejati</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
74.	<b>Yeni W.N. Ratnaningrum, Dr.</b>	Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta
75.	<b>Yuliana Retnowati</b>	Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

---

# PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 4 | no. 1 | pp. 1-99 | Juni 2018 | ISSN: 2407-8050 |

---

<b>Struktur dan komposisi vegetasi serta keanekaragaman jenis amfibi di hutan Pegunungan Arfak, Papua Barat</b> MATHEUS BELJAI, MELIZA SARTJE WORABAI	1-12
<b>Morfologi dan perkembangan bunga-buah tembesu (<i>Fragraea fragrans</i>)</b> EVAYUSVITA RUSTAM, AGUS ASTHO PRAMONO	13-19
<b>Induksi tunas dari protokorm intak dan fase awal perkembangan <i>Dendrobium phalaenopsis</i> secara in vitro</b> ARKAN SETIAJI, NINTYA SETIARI, ENDANG SEMIARTI	20-27
<b>Review: Peran biodiversitas dalam pemuliaan tanaman kehutanan: Studi kasus pada pengembangan varietas baru hibrid <i>Acacia</i> (<i>Acacia mangium</i> x <i>Acacia auriculiformis</i>)</b> SRI SUNARTI	28-34
<b>Molecular detection gen 18s RNA putatif on <i>Trichodina</i> spp. which influence gurami larvae (<i>Osphronemus gouramy</i>) in Banyumas, Central Java</b> ROKHMANI, ENDANG ARIYANI, DANIEL JOKO WAHYONO	35-38
<b>Tingkat keragaman fenotipe karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu (<i>Manihot esculenta</i>) di Bandar Lampung</b> SETYO DWI UTOMO, PANCASACHINA YUSARTIKA, LASMI POPY, AKARI EDY, SUNYOTO, ARDIAN	39-46
<b>Keragaman genetik jenis introduksi <i>Acacia auriculiformis</i> pada uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta</b> BETTY RAHMA HANDAYANI, DWI KARTIKANINGTYAS, TEGUH SETYAJI, SRI SUNARTI, ARIF NIRSATMANTO	47-51
<b>Evaluasi uji keturunan generasi kedua jenis introduksi <i>Acacia crassicarpa</i> di Wonogiri, Jawa Tengah</b> DWI KARTIKANINGTYAS, SURIP, TEGUH SETYAJI, SRI SUNARTI, ARIF NIRSATMANTO	52-57
<b>Pengaruh pemupukan dan ukuran rimpang bibit terhadap kandungan kurkumin temulawak (<i>Curcuma zanthorrhiza</i>)</b> EKO BINNARYO MEI ADI, SRI INDRAYANI, ENUNG SRI MULYANINGSIH	58-62
<b>Keanekaragaman anggrek di Daerah Istimewa Yogyakarta</b> ARKAN SETIAJI, ASYROFUL MUNA, FAJAR PANGESTU JATI, FAUZANA PUTRI, ENDANG SEMIARTI	63-68
<b>Skrining tanaman penghasil senyawa antijamur terhadap fungi fitopatogen <i>Aspergillus niger</i>, <i>Cladosporium</i> sp. dan <i>Fusarium solani</i></b> PUTRI SRI ANDILA, I PUTU AGUS HENDRA WIBAWA	69-75
<b>Potensi <i>Litsea cubeba</i> berdasarkan kandungan minyak atsiri pada beberapa bagian tanaman</b> I PUTU AGUS HENDRA WIBAWA, VIENNA SARASWATY, PUTRI SRI ANDILA, I GEDE TIRTA	76-82
<b>Penentuan lama simpan dan karakterisasi morfologi buah dan biji buah pasat (<i>Heynea trijuga</i>)</b> ELLY KRISTIATI AGUSTIN, HARY WAWANGNINGRUM, IRVAN FADLI WANDA	83-86

<b>Prevalensi dan kelimpahan <i>Vorticella</i> sp. pada kepiting bakau (<i>Scylla serrata</i>) yang didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah</b> ANIS KHOTIMAH, ROKHMANI, EDY RIWIDHARSO	<b>87-91</b>
<b>Tumbuhan asing invasif di areal Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Kota Sorong, Papua Barat</b> SARAH YULIANA, KRISMA LEKITOO	<b>92-96</b>

**THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

# Struktur dan komposisi vegetasi serta keanekaragaman jenis amfibi di hutan Pegunungan Arfak, Papua Barat

## The structure and composition of vegetation and amphibian diversity in Arfak Mountain, West Papua

MATHEUS BELJAI<sup>✉</sup>, MELIZA SARTJE WORABAI

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Papua. Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari 98314, Papua Barat.

<sup>✉</sup>email: beljaimatheus@gmail.com

Manuskrip diterima: 13 November 2017. Revisi disetujui: 15 April 2018.

**Abstrak.** Beljai M, Worabai MS. 2018. Struktur dan komposisi vegetasi serta keanekaragaman jenis amfibi di hutan Pegunungan Arfak, Papua Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 1-12*. Formasi hutan di sekitar Sungai Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak, Provinsi Papua Barat, Indonesia merupakan habitat bagi sejumlah jenis tumbuhan dan satwa kelas amfibi yang banyak belum diketahui secara ilmiah. Oleh sebab itu, diperlukan informasi dan data tentang struktur dan komposisi vegetasi serta keanekaragaman jenis amfibi di kawasan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur dan komposisi vegetasi serta keanekaragaman jenis amfibi di kawasan hutan sekitar Sungai Didouhu. Data vegetasi dikumpulkan dengan menggunakan metode kombinasi antara metode jalur dan metode garis berpetak, sedangkan data jenis amfibi dikumpulkan dengan menggunakan metode survei perjumpaan visual. Data vegetasi dianalisis dengan menggunakan metode analisis vegetasi, sedangkan keanekaragaman jenis amfibi dianalisis dengan menggunakan persamaan indeks Shannon-Wiener (indeks keanekaragaman jenis), indeks kemerataan, dan indeks similaritas Jaccard (indeks kesamaan jenis). Dari hasil analisis vegetasi, diketahui terdapat 65 jenis vegetasi yang meliputi 50 jenis tingkat semai dengan kerapatan 17.500 individu/ha, 50 jenis tingkat pancang dengan kerapatan 4.085 individu/ha, 42 jenis tingkat tiang dengan kerapatan 506 individu/ha, dan 28 jenis tingkat pohon dengan kerapatan 108 individu/ha. Terdapat delapan jenis vegetasi dengan INP tertinggi yang sangat mendominasi antara tiga sampai empat fase pertumbuhan, yaitu *Dodonaea viscosa* (INP=166,80%), *Lithocarpus ruvofilosus* (INP=83,68%), *Lithocarpus aspericulata* (INP=69,47%), *Rhus lamprocarpa* (INP=54,44%), *Melicope* sp. (INP=40,41%), *Drimys piperita* (INP=39,91%), *Pouteria* sp. (INP=34,29%), dan *Galbulimima belgraveana* (INP=31,85%). Kedelapan jenis vegetasi tersebut merupakan penciri utama komunitas tumbuhan pada ekosistem hutan di sekitar Sungai Didouhu. Jenis amfibi yang ditemukan sebanyak empat jenis, yaitu *Litoria arfakiana*, *Asterophrys* sp., *Rana grisea*, dan *Lechriodus platyceps*. Keanekaragaman jenis amfibi di lokasi penelitian tergolong sedang ( $H' = 3,14$ ) dengan tingkat kesamaan jenis antar lokasi yang rendah ( $S = 0,17$ ). Tingkat kemerataan jenis tergolong tinggi ( $E = 0,91$ ), dimana terdapat satu jenis, yaitu *L. arfakiana* ditemukan di dua lokasi penelitian (lokasi A dan B). Secara keseluruhan, kondisi lokasi penelitian cukup lembap, banyak genangan air, vegetasi riparian cukup lebat, dan memiliki kondisi tanah berbatu dan serasah, sehingga merupakan habitat yang sesuai untuk amfibi dari Ordo Anura.

**Kata kunci:** Amfibi, keanekaragaman jenis, Pegunungan Arfak, struktur vegetasi, Sungai Didouhu

**Abstract.** Beljai M, Worabai MS. 2018. The structure and composition of vegetation and amphibian diversity in Arfak Mountain, West Papua. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 1-12*. The forest formation around Didouhu River, Arfak Mountain District, West Papua Province, Indonesia is a habitat for a number of species of plants and animals of the class of amphibians that are not yet known scientifically. Therefore, information and data on vegetation structure and composition and amphibian diversity in the area are needed. The purpose of this research is to know the structure and composition of vegetation and the diversity of amphibian species in the forest area around Didouhu River. Vegetation data were collected using a combination method of path method and line plot systematic method, while amphibian type data were collected using visual encounter survey method. Vegetation data were analyzed using vegetation analysis method, while amphibian diversity was analyzed by using Shannon-Wiener index (index of species diversity), evenness index, and Jaccard similarity index (similarity index). From the result of vegetation analysis, there are 65 types of vegetation covering 50 types of seedlings with a density of 17,500 individuals/ha, 50 types of sapling with a density of 4,085 individuals/ha, 42 types of pole with density of 506 individuals/ha, and 28 species of tree level with a density of 108 individuals/ha. There were eight types of vegetation with the highest importance value index (IVI) which dominates between three and four growth phases, namely *Dodonaea viscosa* (IVI=166,80%), *Lithocarpus ruvofilosus* (IVI=83,68%), *Lithocarpus aspericulata* (IVI=69,47%), *Rhus lamprocarpa* (IVI=54,44%), *Melicope* sp. (IVI=40,41%), *Drimys piperita* (IVI=39,91%), *Pouteria* sp. (IVI=34,29%), and *Galbulimima belgraveana* (IVI=31,85%). The eight types of vegetation are the principal founders of plant communities in forest ecosystems around the Didouhu River. Amphibians are found in four types, namely *Litoria arfakiana*, *Asterophrys* sp., *Rana grisea*, and *Lechriodus platyceps*. The diversity of amphibian species in the study sites was moderate ( $H' = 3.14$ ) with low species inter-species similarity ( $S = 0.17$ ). The level of evenness is high ( $E = 0.91$ ), where there is one type of *L. arfakiana* found in two research sites (locations A and B). Overall, the location of the study is quite damp, lots of puddles, riparian vegetation quite dense, and has rocky soil conditions and litter, making it a suitable habitat for amphibians of the Order of Anura.

**Keywords:** Amphibians, species diversity, Arfak Mountains, structure of vegetation, Didouhu River

## PENDAHULUAN

Sebagai negara *mega-biodiversity*, Indonesia menempati urutan pertama berdasarkan keanekaragaman jenis, urutan kedua berdasarkan keanekaragaman mamalia setelah Brazil (515 jenis, 39% endemik), urutan keempat untuk keanekaragaman reptil (511 jenis, 150 endemik), urutan kelima untuk keanekaragaman burung (1.531 jenis, 397 endemik), urutan pertama untuk keanekaragaman burung paruh bengkok (75 jenis, 38 endemik), urutan keenam untuk keanekaragaman amfibi (270 jenis, 100 endemik), urutan keempat untuk keanekaragaman tumbuhan (38.000 jenis), urutan pertama untuk tumbuhan *Palmae* (477 jenis, 225 endemik), dan urutan ketiga untuk keanekaragaman ikan tawar (1.400 jenis) setelah Brazil dan Colombia (Suhartini 2009). Tiga lokasi utama yang menjadi pusat kekayaan spesies di Indonesia yaitu Kalimantan dengan tingkat kekayaan spesies tinggi dan endemisme sedang, Sulawesi dengan tingkat kekayaan spesies sedang dan endemisme tinggi, serta Irian Jaya/Papua dengan tingkat kekayaan spesies dan endemisme tinggi (Sumargo et al. 2011).

Dari waktu ke waktu, kehidupan tumbuhan dan satwa liar selalu digunakan sebagai indikator suatu ekosistem, khususnya kelompok satwa yang berperan sebagai pemangsa dan mangsa. Amfibi merupakan salah satu jenis satwa yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, karena secara ekologis, amfibi berperan dalam rantai makanan dan sebagai bio-indikator bagi perubahan lingkungan (Stebbins dan Cohen 1997). Berubahnya kondisi lingkungan dapat ditandai dengan menurunnya komposisi jenis amfibi. Hal tersebut diantaranya disebabkan oleh terjadinya kerusakan habitat hutan dan fragmentasi hutan. Hutan yang sedikit terganggu (tingkat perubahan sedang) memiliki jumlah jenis amfibi yang lebih kaya daripada hutan yang sudah terganggu, seperti hutan sekunder, kebun, dan permukiman penduduk (Gillespie et al. 2005).

Pengetahuan mengenai keanekaragaman hayati serta organisasi komunitas tumbuhan dan satwa liar merupakan unsur penting dalam pengembangan kebijakan konservasi dan sistem pengelolaan yang berkelanjutan. Saat ini, konsep pemanfaatan keanekaragaman hayati Indonesia secara berkelanjutan atau lestari terus dikembangkan berdasarkan landasan ilmiah melalui penelitian. Penelitian ekologi tentang struktur dan komposisi tumbuhan maupun keragaman satwa telah banyak dilakukan di Indonesia maupun Papua, baik pada hutan primer dan sekunder maupun pada hutan konservasi. Dengan mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya (Worabai 2005; Arrijani 2008; Kaunang dan Kimbal 2009; Astuti 2009; Sallosso 2009; Tanjung et al. 2012; Pitopang 2012) maka diketahui bahwa struktur dan komposisi tumbuhan maupun

keanekaragaman satwa amfibi di kawasan hutan sekitar Sungai Didouhu belum banyak terungkap.

Dalam kaitannya dengan pembentukan distrik baru, seperti Distrik Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak, dapat mendorong perubahan penggunaan kawasan hutan di sekitarnya, termasuk kawasan hutan di sekitar Sungai Didouhu. Perubahan tersebut akan berdampak pada berkurangnya kuantitas dan kualitas sumber daya alam di sekitarnya, termasuk komunitas tumbuhan dan satwa liar. Untuk menjaga keberlanjutan fungsi ekologis kawasan hutan di sekitar Sungai Didouhu maka diperlukan suatu kajian ilmiah tentang kondisi vegetasi dan satwa liar di kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk: (i) menganalisis struktur dan komposisi jenis vegetasi di hutan sekitar Sungai Didouhu berdasarkan indeks nilai penting (INP), dan (ii) menganalisis keanekaragaman amfibi yang terdapat di hutan sekitar Sungai Didouhu.

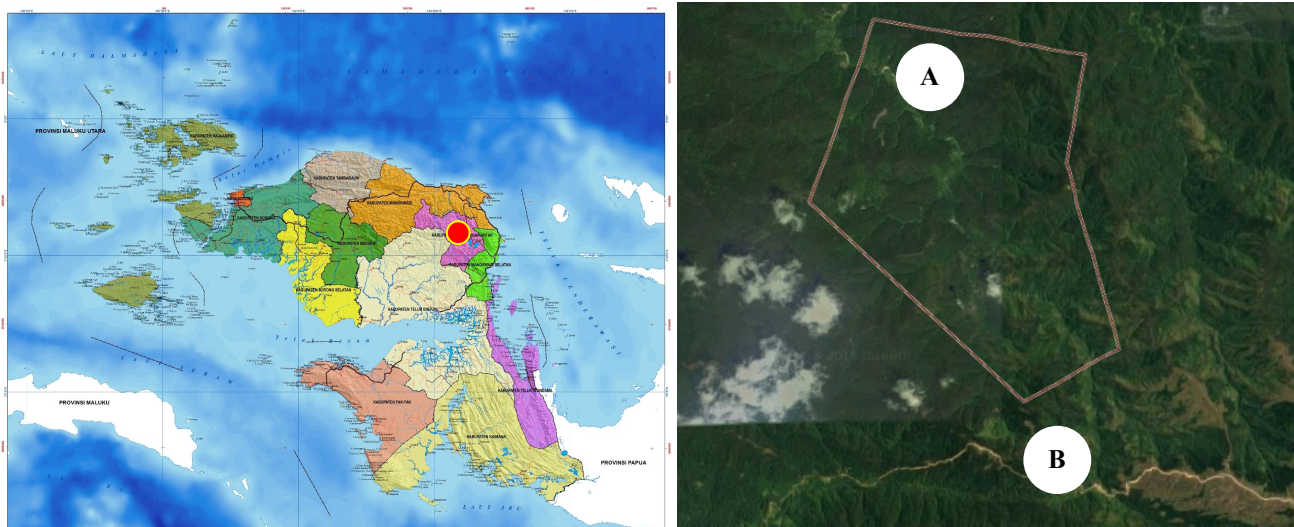
## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di kawasan hutan sekitar Kampung Iranmeba (Lokasi A), dan Sungai Didouhu (Lokasi B), Distrik Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak, Provinsi Papua Barat, Indonesia (Gambar 1) dari bulan Juni sampai Agustus 2017. Oleh lokasi penelitian sangat luas maka ditentukan secara *purposive sampling* dengan kriteria dianggap mewakili seluruh komunitas tumbuhan dan satwa liar di kawasan tersebut.

### Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengamatan vegetasi meliputi GPS (*Global Positioning System*) untuk menandai titik lokasi penelitian dan plot pengamatan, termohigrometer untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, roll-meter untuk mengukur panjang jalur dan luasan petak ukur, kaliper untuk mengukur diameter pohon, kompas sebagai penunjuk arah jalan, kamera untuk memotret objek pengamatan, parang untuk membuat rintisan jalur, peta kawasan hutan untuk menentukan lokasi penelitian dan plot pengamatan, *tally sheet* untuk mengisi data, tali tambang dan patok untuk membuat petak ukur, buku panduan lapangan untuk identifikasi awal jenis tumbuhan. Sementara itu, alat dan bahan untuk pengamatan amfibi yaitu GPS, termohigrometer, kompas, kamera, *caliper mini*, peta kawasan hutan, *tally sheet*, pengukur waktu (*stopwatch*), senter untuk penerangan pada saat pengamatan malam hari, buku panduan untuk identifikasi amfibi, dan bahan pengawet untuk sampel amfibi. Alat dan bahan untuk pengawetan sampel amfibi yaitu setting set, alat suntik, alkohol, spiritus, gliserin, tali rafia, kantong spesimen, sarung tangan, baterai, tisu, label spesimen, botol spesimen, dan kotak spesimen.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di kawasan hutan sekitar Kampung Iranmeba (Lokasi A), dan Sungai Didouhu (Lokasi B), Distrik Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak (●), Provinsi Papua Barat, Indonesia

### Cara kerja

Data tumbuhan dikumpulkan dengan menggunakan metode jalur dan garis berpetak. Jalur pengamatan dibuat tegak lurus dengan jalur induk dan pada masing-masing jalur dibuat plot pengamatan ukuran 20 m x 20 m, 10 m x 10 m, 5 m x 5 m, dan 2 m x 2 m. Petak ukur 20 m x 20 m digunakan untuk mengumpulkan data jenis pohon, petak ukur 10 m x 10 m untuk mengumpulkan data tiang, petak ukur 5 m x 5 m untuk mengumpulkan data pancang, dan petak ukur 2 m x 2 m untuk mengumpulkan data semai. Vegetasi yang diamati dicatat jenisnya, jumlah spesies, jumlah individu, dan diameter pohon dalam *tally sheet*. Selain itu, dicatat juga kondisi lokasi penelitian, seperti suhu dan kelembapan udara, serta ketinggian tempat dari permukaan laut.

Pengumpulan data amfibi dilakukan dengan menggunakan metode survei perjumpaan visual dan dilakukan di areal tertentu dalam waktu yang telah ditentukan. Areal penelitian yang diamati adalah di sekitar Kampung Iranmeba (lokasi A) dan di sekitar Sungai Didouhu (lokasi B) dengan waktu yang digunakan pada siang dan malam hari sesuai dengan waktu aktivitas amfibi. Amfibi yang dijumpai dicatat jenisnya, substrat, habitat, aktivitas, posisi, waktu, dan morfometri. Selain itu, dicatat juga informasi tentang suhu dan kelembapan udara. Untuk identifikasi lebih lanjut, sampel amfibi diawetkan.

Data tumbuhan dianalisis dengan menggunakan metode analisis vegetasi dengan formula (Kusmana 1997) sebagai berikut:

$$\text{Kerapatan Jenis (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi Jenis (F)} = \frac{\text{Jumlah plot ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak contoh}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi Jenis (D)} = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

Luas bidang dasar (LBD) suatu jenis diperoleh dari =  $\frac{1}{4}\pi (d^2)$ ,  
dimana: d = diameter batang (cm).

$$\text{Dominansi Relatif (DR)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$  (untuk semai dan pancang) dan

$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR}$  (untuk tiang dan pohon)

Analisis data amfibi meliputi parameter keanekaragaman, pemerataan, dan kesamaan jenis, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Persamaan indeks Shannon-Wiener (Magurran 1988) dengan rumus sebagai berikut:

$H' = \sum (ni/N) \log (ni/N)$ ; dimana  $H'$  = indeks keanekaragaman jenis,  $ni$  = jumlah individu jenis ke- $i$ , dan  $N$  = jumlah individu seluruh jenis.

Persamaan indeks pemerataan spesies dengan rumus:  $E = H'/\ln S$ ; dimana  $E$  = indeks pemerataan spesies,  $H'$  = indeks keanekaragaman jenis, dan  $S$  = jumlah spesies.

Persamaan indeks similaritas Jaccard dengan rumus:  $S = a/(a + b + c)$ ; dimana  $S$  = indeks kesamaan jenis, dan ( $a, b, c$ ) = spesies yang hadir pada suatu lokasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis vegetasi

Dari hasil analisis vegetasi yang ditampilkan pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa tercatat sebanyak 65 jenis tumbuhan dari 37 famili ditemukan di lokasi penelitian

yang meliputi fase pohon sebanyak 28 jenis dan 18 famili, tingkat tiang sebanyak 42 jenis dan 26 famili, tingkat pancang sebanyak 50 jenis dan 32 famili, dan tingkat semai sebanyak 50 jenis dan 30 famili. Indeks Nilai Penting (INP) terbesar pada setiap fase pertumbuhan meliputi tingkat semai sebanyak empat jenis, yaitu *Lithocarpus ruvofilosus* (INP=18,26%), *Dodonaea viscosa* (INP=16,25%), *Melicope* sp. (INP=11,17%), dan *Lithocarpus aspericulata* (INP=10,44%); tingkat pancang sebanyak empat jenis, yaitu *Macaranga* sp. (INP=10,90%), *Dodonaea viscosa* (INP=10,31%), *Galbulimima belgraveanai* (INP=10,19%), dan *Pouteria* sp. (INP=10,01%); tingkat tiang sebanyak tujuh jenis, yaitu *Dodonaea viscosa* (INP=71,33%), *Lithocarpus ruvofilosus* (INP=21,67%), *Drimys piperita* (INP=20,22%), *Lithocarpus aspericulata* (INP=19,67%), *Rhus lamprocarpa* (INP=15,39%), *Melicope* sp. (INP=12,74%), dan *Galbulimima belgraveana* (INP=10,29%); dan tingkat pohon sebanyak delapan jenis, yaitu *Dodonaea viscosa* (INP=69,02%), *Lithocarpus ruvofilosus* (INP=37,94%), *Lithocarpus aspericulata* (INP=30,35%), *Rhus lamprocarpa* (INP=27,00%), *Drimys piperita* (INP=11,71%), *Pouteria* sp. (INP=11,50%), *Gymnostoma papuana* (INP=10,82%), dan *Lithocarpus brassii* (INP=10,20%).

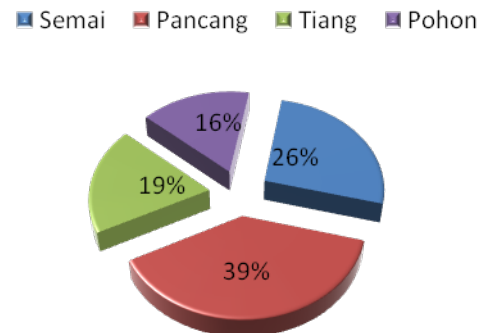
Tercatat sebanyak delapan jenis dengan INP tertinggi pada semua kategori pertumbuhan, baik semai, pancang, tiang, dan pohon, yaitu *Dodonaea viscosa* (INP=166,80%), *Lithocarpus ruvofilosus* (INP=83,68%), *Lithocarpus aspericulata* (INP=69,47%), *Rhus lamprocarpa* (INP=54,44%), *Melicope* sp. (INP=40,41%), *Drimys piperita* (INP=39,91%), *Pouteria* sp. (INP=34,29%), dan *Galbulimima belgraveana* (INP=31,85%). Nilai tersebut menunjukkan peranan penting dari kedelapan vegetasi secara ekologis sebagai penyusun utama komunitas tumbuhan di lokasi penelitian. Hal ini dapat menggambarkan kehadirannya sebagai kelompok vegetasi yang mampu tumbuh dan berkembang secara baik dengan kondisi lingkungan di kawasan tersebut.

Berdasarkan hasil analisis terhadap jumlah individu dan kondisi kerapatan vegetasi, diketahui bahwa pada setiap fase pertumbuhan memiliki jumlah individu dan kerapatan yang bervariasi di lokasi penelitian. Dari total 887 individu, diperoleh sebanyak 231 individu (26%) pada fase pertumbuhan semai, 337 individu pada fase pancang (39%), 167 individu (19%) pada fase tiang, dan 143 individu (16%) untuk fase pohon (Gambar 2). Kondisi kerapatan vegetasi pohon yang diperoleh sebesar 108 individu/ha, pada fase tiang 506 individu/ha, pada fase pancang 4.085 individu/ha, dan pada fase semai 17.500 individu/ha (Gambar 3). Kondisi kerapatan tersebut menggambarkan proses regenerasi tegakan hutan yang berjalan dalam ekosistem hutan di lokasi penelitian.

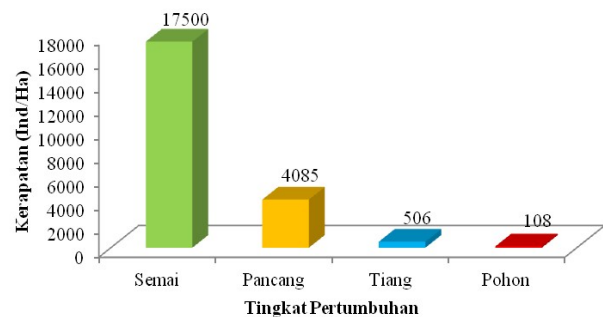
#### Analisis keanekaragaman amfibi

Dari hasil pengamatan, ditemukan sebanyak empat jenis amfibi yang tergolong dalam empat genus dan empat famili, yaitu *Litoria arfakiana* (Hylidae), *Asterophrys* sp. (Microhylidae), *Rana grisea* (Ranidae), dan *Lechriodus platyceps* (Myobatrachidae). Dari hasil penghitungan

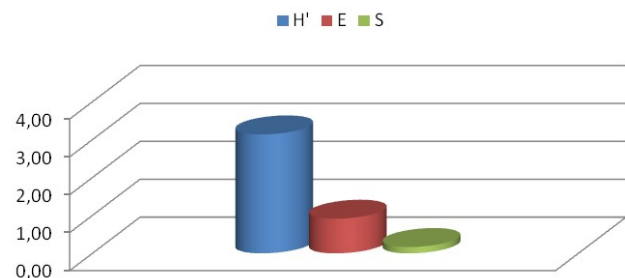
secara kuantitatif terhadap jenis-jenis amfibi, diperoleh nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) sebesar 3,14, nilai indeks kemerataan jenis ( $E$ ) sebesar 0,91, serta nilai indeks similaritas Jaccard ( $S$ ) sebesar 0,17. Nilai tersebut menggambarkan bahwa keanekaragaman amfibi di lokasi penelitian tergolong sedang, distribusi kemerataan jenis tergolong tinggi, dan tingkat kesamaan jenis tergolong rendah. Nilai indeks keanekaragaman, kemerataan, dan kesamaan jenis amfibi disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 2.** Persentasi jumlah individu vegetasi pada penelitian berdasarkan fase pertumbuhan



**Gambar 3.** Kerapatan vegetasi berdasarkan tingkat pertumbuhan



**Gambar 4.** Indeks keanekaragaman ( $H'$ ), kemerataan ( $E$ ), dan kesamaan jenis ( $S$ ) amfibi

**Tabel 1.** Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) jenis-jenis vegetasi pada lokasi penelitian berdasarkan fase pertumbuhan

Nama Jenis	Famili	Indeks Nilai Penting (INP)				Total
		Semai	Pancang	Tiang	Pohon	
<i>Acronychia</i> sp.	Rutaceae	1,16	-	-	-	1,16
<i>Adina</i> sp.	Rubiaceae	2,33	3,20	1,93	-	7,46
<i>Agathis labillardieri</i>	Araucariaceae	-	1,60	-	-	1,60
<i>Aglaiia</i> sp.	Meliaceae	1,16	-	2,28	-	3,45
<i>Alphitonia macrocarpa</i>	Rhamnaceae	1,16	1,30	-	2,61	5,08
<i>Alstonia spectabilis</i>	Apocynaceae	-	1,01	2,19	-	3,19
<i>Araucaria cunninghamii</i>	Araucariaceae	-	-	-	2,28	2,28
<i>Bischofia javanica</i>	Euphorbiaceae	1,16	1,01	2,01	-	4,18
<i>Calicarpa</i> sp.	Lamiaceae	-	-	1,79	-	1,79
<i>Cryptocarya</i> sp.	Lauraceae	-	2,61	1,86	-	4,47
<i>Dacrioides rubiginosa</i>	Burseraceae	2,33	1,30	1,93	-	5,56
<i>Dacrycarpus imbricatus</i>	Podocarpaceae	-	-	-	2,32	2,32
<i>Dacussocarpus wallichianus</i>	Podocarpaceae	-	-	1,86	-	1,86
<i>Decaspermum bractheosum</i>	Myrtaceae	6,38	-	4,11	-	10,49
<i>Dodonaea viscosa</i>	Sapindaceae	16,25	10,19	71,33	69,02	166,80
<i>Drimys piperita</i>	Winteraceae	1,16	6,81	20,22	11,71	39,91
<i>Elaeocarpus grandiflora</i>	Elaeocarpaceae	1,16	1,60	-	4,18	6,95
<i>Elaeocarpus rumphii</i>	Elaeocarpaceae	1,16	2,90	2,19	2,20	8,45
<i>Euodia bonavickii</i>	Rutaceae	2,33	7,82	4,20	4,25	18,59
<i>Euodia elleryana</i>	Rutaceae	1,60	-	-	-	1,60
<i>Ficus pungens</i>	Moraceae	5,95	4,50	6,08	4,14	20,67
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	5,52	3,20	-	-	8,72
<i>Ficus virens</i>	Moraceae	4,35	2,01	2,99	-	9,35
<i>Galbulimima belgraveana</i>	Himantandraceae	3,49	10,31	10,29	7,77	31,85
<i>Gymnostoma papuana</i>	Casuarinaceae	2,76	3,61	6,37	10,82	23,55
<i>Helicia</i> sp.	Proteaceae	2,03	1,01	2,10	-	5,13
<i>Hopea</i> sp.	Dipterocarpaceae	-	-	-	2,41	2,41
<i>Leucosyke</i> sp.	Urticaceae	-	1,01	-	-	1,01
<i>Lithocarpus aspericulata</i>	Fagaceae	10,44	9,00	19,67	30,35	69,47
<i>Lithocarpus brassii</i>	Fagaceae	2,03	3,20	3,95	10,20	19,37
<i>Lithocarpus rivofilosus</i>	Fagaceae	18,26	5,80	21,67	37,94	83,68
<i>Litsea</i> sp.	Lauraceae	-	4,20	2,01	-	6,22
<i>Maba</i> sp.	Ebenaceae	1,16	-	-	-	1,16
<i>Macaranga</i> sp.	Euphorbiaceae	4,35	10,90	4,18	-	19,43
<i>Medinilla aurantiflora</i>	Melastomataceae	1,60	1,30	-	-	2,90
<i>Melicope</i> sp.	Rutaceae	11,17	9,42	12,74	7,09	40,41
<i>Nageia wallichia</i>	Podocarpaceae	5,08	7,11	2,01	6,65	20,85
<i>Phaleria</i> sp.	Thymelaeaceae	2,33	1,30	-	-	3,63
<i>Piper arfakianum</i>	Piperaceae	5,95	5,80	1,79	-	13,55
<i>Pipturus argenteus</i>	Urticaceae	2,33	6,40	3,54	6,41	18,67
<i>Pittosporum ferruginea</i>	Pittosporaceae	1,16	1,01	-	-	2,17
<i>Podocarpus amara</i>	Podocarpaceae	-	4,50	2,10	-	6,60
<i>Polyscias nodosa</i>	Araliaceae	-	1,01	-	-	1,01
<i>Polyscias</i> sp.	Araliaceae	-	1,01	-	-	1,01
<i>Pouteria lanatifolia</i>	Sapotaceae	5,52	4,20	7,91	-	17,63
<i>Pouteria</i> sp.	Sapotaceae	4,79	10,01	8,00	11,50	34,29
<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae	5,52	1,30	-	-	6,82
<i>Rhodamnia</i> sp.	Myrtaceae	1,16	3,20	2,70	4,14	11,20
<i>Rhododendron</i> sp.	Ericaceae	4,35	2,61	-	-	6,96
<i>Rhodomyrtus</i> sp.	Myrtaceae	1,16	-	2,49	2,51	6,17
<i>Rhus caudata</i>	Anacardiaceae	4,35	2,90	6,52	8,47	22,24
<i>Rhus lamprocarpa</i>	Anacardiaceae	6,25	5,80	15,39	27,00	54,44
<i>Saurauia</i> sp.	Saurauiaceae	1,16	2,61	-	-	3,77
<i>Scefflera</i> sp.	Araliaceae	5,52	8,41	-	-	13,93
<i>Securinega</i> sp.	Phyllanthaceae	2,33	2,90	7,88	-	13,11
<i>Sloanea pulchra</i>	Elaeocarpaceae	2,33	-	-	-	2,33
<i>Sterculia quadrifida</i>	Malvaceae	-	2,31	1,93	-	4,24
<i>Symplocos cochichinensis</i>	Symplocaceae	9,14	5,39	-	-	14,53
<i>Syzygium oleana</i>	Myrtaceae	2,76	-	4,08	-	6,84
<i>Syzygium</i> sp.	Myrtaceae	5,22	4,20	3,62	2,09	15,14
<i>Syzygium</i> sp.1.	Myrtaceae	2,33	1,01	3,92	9,09	16,35
<i>Syzygium</i> sp.2.	Myrtaceae	2,89	-	7,82	4,97	15,69
<i>Ternstroemia</i> sp.	Theaceae	-	-	6,06	3,42	9,48
<i>Trema orientalis</i>	Cannabaceae	1,16	2,19	2,28	4,45	10,09
<i>Vaccinium</i> sp.	Ericaceae	2,76	2,01	-	-	4,77

## Pembahasan

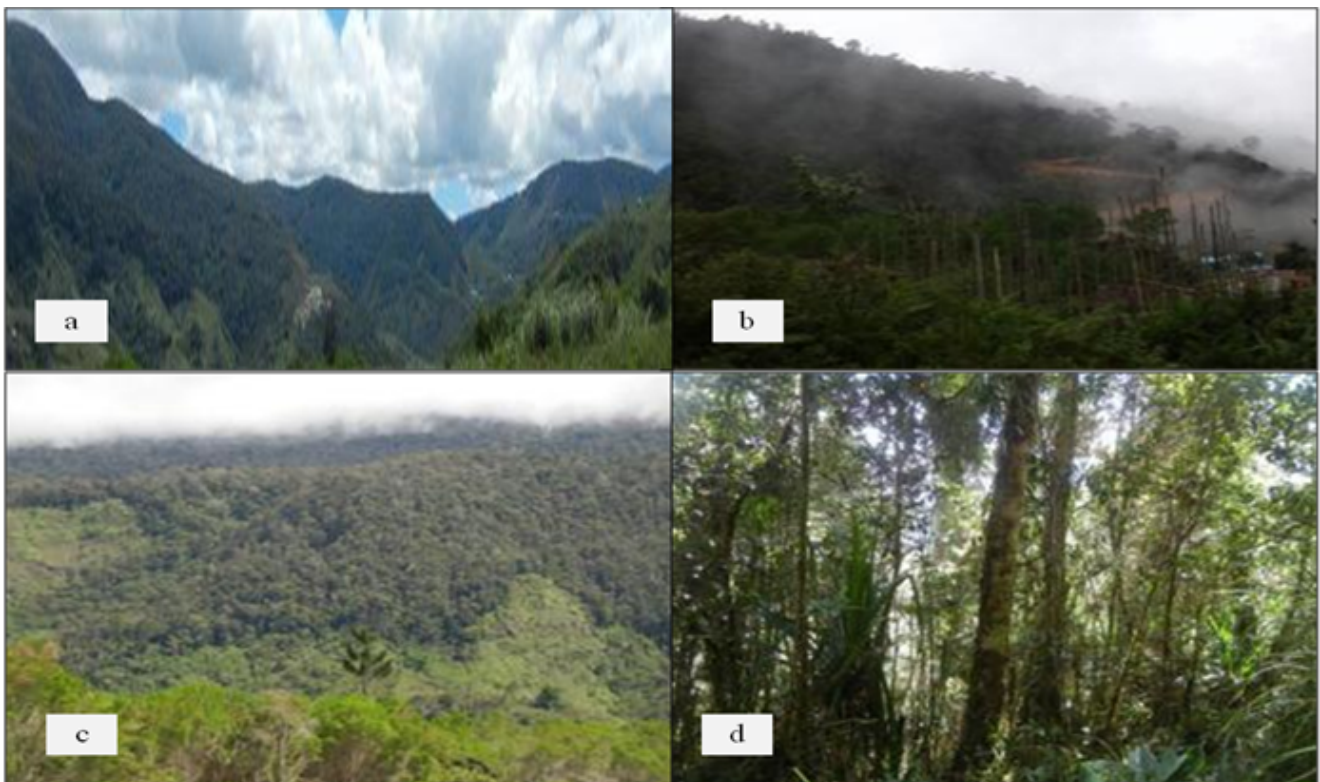
### Kondisi lokasi penelitian

Kawasan hutan di sekitar Sungai Didouhu termasuk dalam wilayah Kampung Iranmeba, Distrik Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak, Provinsi Papua Barat. Secara geografis, Kampung Iranmeba terletak pada posisi 1°24'889" Lintang Selatan dan 133°43'002" Bujur Timur dengan ketinggian ±1571 m dpl (Data GPS Lapangan 2017; Oregon 650-Garmin). Daerah ini memiliki intensitas curah hujan yang tinggi dengan suhu udara berkisar antara 18 sampai 25°C, sehingga kondisi tempat di daerah tersebut sangat lembap dan basah. Secara visual, kondisi tempat penelitian di wilayah Kampung Iranmeba terletak sejajar dengan Sungai Didouhu. Wilayah tersebut memiliki topografi yang sangat curam dengan medan yang cukup sulit, sehingga pengamatan vegetasi dan satwa liar disesuaikan juga dengan kondisi tempat penelitian. Kondisi lokasi penelitian disajikan pada Gambar 5.

### Tipe vegetasi pada lokasi penelitian

Tingkat kekayaan jenis biota yang tinggi di Papua sangat dipengaruhi oleh fenomena dari lingkungan yang terdapat di Papua, seperti ketinggian tempat maupun suhu udara. Setiap lokasi memiliki keanekaragaman jenis yang sangat bervariasi akibat faktor sejarah geologi, bahkan dalam satu daerah tangkapan air (Kartikasari et al. 2012).

Di lokasi penelitian, kaya dengan tipe vegetasi berkayu, dimana selain didominasi oleh tujuh jenis dari famili Myrtaceae, juga terdapat famili Podocarpaceae dan Rutaceae dengan komposisi jenis yang cukup banyak (masing-masing berjumlah 4 jenis). Famili Myrtaceae terdiri dari jenis *Decaspermum bracteosum*, *Rhodamnia* sp., *Rhodomyrtus* sp., *Syzygium oleana*, *Syzygium* sp., *Syzygium* sp.1., dan *Syzygium* sp.2. Dikemukakan oleh Womersley (1978) bahwa famili Myrtaceae termasuk kelompok vegetasi penghasil kayu dan bunga. Lebih lanjut dikatakan bahwa kelompok vegetasi tersebut lebih sering dijumpai di daerah hutan hujan tropis dataran rendah (kurang dari 600 m dpl) maupun *submontane forest* (600-1400 m dpl), namun dengan kondisi lingkungan yang mendukung (tanah dan iklim), kelompok vegetasi tersebut juga dapat hidup pada *montane forest* (1400-3000 m dpl), terutama genus *Syzygium* yang secara ekologi dapat tumbuh dan menyebar hingga ketinggian 3000 m dpl. Dari laporan penelitian Arrijani (2008) di hutan Gunung Gede Pangrango tercatat sebanyak tiga jenis pohon dari genus *Eugenia/Syzygium*, serta Pitopang (2012) yang merekam sebanyak 20 jenis pada tingkat pohon dan tiang dari genus *Syzygium* di hutan Nokilalaki Lore Rindu, Sulawesi Tengah menggambarkan bahwa genus *Syzygium* merupakan vegetasi penting dalam formasi ekosistem hutan hujan tropis tengah (pegunungan) pada ketinggian 1000-3000 m dpl.



**Gambar 5.** Kondisi lokasi penelitian di sekitar Kampung Iranmeba, Distrik Didouhu, Kabupaten Pegunungan Arfak, Provinsi Papua Barat, Indonesia. A. Kondisi topografi, B. Kondisi cuaca, C. Kondisi hutan, D. Kondisi vegetasi di dalam hutan

Family Podocarpaceae terdiri dari jenis *Nageia wallichia*, *Podocarpus amara*, *Dacrycarpus imbricatus*, dan *Dacussocarpus wallichianus*, sedangkan famili Rutaceae terdiri dari jenis *Euodia bonvickii*, *Melicope* sp., *Acronychia* sp., dan *Euodia elleryana*. Selain itu, terdapat juga famili Moraceae (*Ficus pungens*, *Ficus* sp., dan *Ficus virrens*), Apocinaceae (*Alstonia spectabilis*), Meliaceae, Sapindaceae (*Dodonae viscosa*), dan Sapotaceae (*Pouteria* sp. dan *Pouteria lanatifolia*), namun komposisi jenisnya sangat kurang. Sebagian besar jenis dari famili-famili tersebut hanya dijumpai satu, dua, sampai tiga jenis vegetasi. Menurut Womersley (1978), kelompok vegetasi tersebut merupakan sumber penghasil kayu (*softwood*) yang sangat tinggi pada hutan-hutan di Papua.

Selain tipe vegetasi penghasil kayu yang ditemukan, di lokasi penelitian juga terdapat beberapa tipe vegetasi dengan Conifer tinggi dan bertajuk besar serta vegetasi penghasil bunga. Vegetasi dengan Conifer tinggi, salah satunya jenis *Araucaria cunninghamii*, sedangkan vegetasi bertajuk besar antara lain *Ficus pungens*, *Ficus* sp., *Ficus virens*, dan *Agathis labillardieri*. Vegetasi seperti jenis *Syzygium oleana*, *Syzygium* sp., *Syzygium* sp.1., *Syzygium* sp.2., dan *Rhododendron* sp. termasuk vegetasi penghasil bunga. Menurut Womersley (1978), genus *Syzygium* dan *Rhododendron* merupakan dua kelompok vegetasi penghasil bunga yang sering dijumpai pada tipe ekosistem hutan hujan tropis tengah/pegunungan (ketinggian 1000-3000 m dpl).

Kehadiran genus *Rhododendron* menunjukkan peranannya sebagai tumbuhan berbunga di daerah pegunungan. Genus ini umumnya dijumpai tumbuh subur dan berkembang dengan baik di hutan-hutan Papua pada ketinggian 1400-3000 m dpl. Di Jawa dan Sumatera, terutama di daerah sekitar kepundan (kawah gunung berapi), genus tersebut diketahui juga dapat berkembang dengan baik karena memiliki sifat tumbuh yang sesuai dengan kondisi lingkungan di daerah tersebut. Vegetasi pionir di daerah lapili masih labil, misalnya di bawah puncak gunung api yang aktif di daerah Jawa Timur dan Sunda Kecil. Vegetasi di daerah tersebut terdiri dari pionir vegetasi kepundan, seperti jenis *Dodonae viscosa* dan genus *Trema*, sedangkan di daerah aliran lava seringkali ditumbuhi genus *Trema* dan *Vaccinium* sebagai tumbuhan pionir (Womersley 1978).

Di lokasi penelitian, jarang ditemukan kelompok vegetasi dari famili Dipterocarpaceae. Satu-satunya jenis dari famili tersebut yang dapat ditemukan adalah *Hopea* sp. Menurut Kartikasari et al. (2012), meskipun hutan di daerah Papua cukup luas, hanya sedikit areal yang dapat ditemukan jenis vegetasi dari famili Dipterocarpaceae, diantaranya genus *Anisoptera* (1 jenis), *Hopea* (9 jenis), dan *Vatica* (1 jenis). Kelompok vegetasi anggota famili Dipterocarpaceae sebagian besar dapat ditemukan di daerah-daerah yang memiliki ketinggian tempat 1200 m dpl di sebagian daerah Indonesia bagian timur (Santosa 1995; Indriyanto 2006). Dikatakan juga oleh Womersley (1978) bahwa kelompok vegetasi Dipterocarpaceae umumnya berada di hutan hujan tropis bawah/dataran rendah pada rentang ketinggian kurang dari 1000 m dpl dan

sebagian besar ditemukan sebagai pohon *co-dominant* serta jarang dijumpai satu jenis yang mendominasi, kecuali genus *Dryobalanops* dan *Eusideroxylon*.

#### Komposisi dan struktur vegetasi

Secara keseluruhan, vegetasi di lokasi penelitian berjumlah 65 jenis yang tergolong dalam 37 famili dengan total individu sebanyak 887 individu. Vegetasi pada fase pohon terdiri dari 28 jenis dan 18 famili dengan 143 individu (16%), pada fase tiang 42 jenis dan 26 famili dengan 167 individu (19%), pada fase pancang 50 jenis dan 32 famili dengan 337 individu (39%), dan pada fase semai 50 jenis dan 30 famili dengan 231 individu (26%). Terlihat bahwa setiap fase pertumbuhan memiliki jumlah jenis dan individu yang berbeda-beda. Hal tersebut menggambarkan suatu kondisi dari komposisi dan struktur vegetasi yang bervariasi pada ekosistem hutan di hutan sekitar Sungai Didouhu.

Variasi komposisi dan struktur dalam suatu komunitas tumbuhan sangat dipengaruhi oleh fenologi tumbuhan, dispersal, dan natalitas. Selain itu, fertilitas dan fekunditas yang berbeda pada masing-masing jenis tumbuhan turut mempengaruhi keberhasilan membentuk individu baru (Arrijani 2008). Komposisi jenis vegetasi dalam suatu ekosistem menunjukkan variasi jenis flora atau daftar floristik jenis tumbuhan penyusun suatu komunitas yang diketahui berdasarkan hasil deskripsi (identifikasi) terhadap kondisi komunitas tersebut (Lekitoo et al. 2012). Demikian juga struktur suatu komunitas tidak hanya dipengaruhi oleh hubungan antar spesies, tetapi juga oleh jumlah individu dari setiap spesies organisme (Indriyanto 2006).

Berdasarkan hasil analisis terhadap kondisi kerapatan vegetasi, diketahui bahwa pada setiap fase pertumbuhan memiliki kerapatan yang bervariasi di lokasi penelitian, dimana fase pohon sebanyak 108 individu/ha, fase tiang 506 individu/ha, fase pancang 4.085 individu/ha, dan fase semai 17.500 individu/ha. Kondisi kerapatan vegetasi tersebut menggambarkan proses regenerasi tegakan hutan yang berjalan dengan baik di dalam ekosistem hutan di lokasi penelitian, karena kerapatan vegetasi pada fase semai > pancang > tiang > pohon. Struktur populasi demikian menurut Lekitoo et al. (2012) dipengaruhi oleh faktor strategi suatu jenis dalam mempertahankan keberadaannya maupun faktor seleksi alam. Keberadaan jenis pohon dalam hutan mencerminkan kemampuan hutan tersebut untuk beregenerasi, sedangkan jumlah jenis pohon mencerminkan potensi keanekaragaman hayati dan plasma nutfah di kawasan hutan tersebut. Pada umumnya, proses regenerasi tegakan yang terjadi secara alami di hutan, mampu mendukung perkembangan komunitas tumbuhan tersebut, sehingga memiliki estetika dan ciri-ciri khas jenis setempat yang mampu beradaptasi dengan kondisi tempat tumbuhnya (Indriyanto 2006).

Dalam penelitian ekologi hutan, pada umumnya para peneliti ingin mengetahui dominansi yang dapat dinyatakan dengan indeks nilai penting (Kusmana 1997). Indeks nilai penting menggambarkan peranan jenis dalam komunitasnya, sehingga memudahkan dalam menilai sumbangan suatu jenis penyusun komunitasnya (Wijana

2014; Arrijani 2008). Menurut Indriyanto (2006), indeks nilai penting adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan, dimana spesies-spesies yang dominan akan memiliki indeks nilai penting yang tinggi.

Variasi indeks nilai penting (INP) pada setiap fase pertumbuhan menunjukkan tingkat penguasaan (dominansi) ruang yang berbeda-beda dari setiap jenis vegetasi di lokasi penelitian. Vegetasi yang mendominasi fase pertumbuhan semai yaitu jenis *Lithocarpus ruvofilosus*, *Dodonaea viscosa*, *Melicope* sp., dan *Lithocarpus aspericulata*, sedangkan jenis *Macaranga* sp., *Dodonaea viscosa*, *Galbulimima belgraveana*, dan *Pouteria* sp. mendominasi fase pertumbuhan pancang. Untuk fase pertumbuhan tiang didominasi oleh jenis vegetasi *Dodonaea viscosa*, *Lithocarpus ruvofilosus*, *Drimys piperita*, *Lithocarpus aspericulata*, *Rhus lamprocarpa*, *Melicope* sp., dan *Galbulimima belgraveana*. Sementara itu pada fase pohon didominasi oleh jenis vegetasi *Dodonaea viscosa*, *Lithocarpus ruvofilosus*, *Lithocarpus aspericulata*, *Rhus lamprocarpa*, *Drimys piperita*, *Pouteria* sp., *Gymnostoma papuana*, dan *Lithocarpus brassii*.

Pada dasarnya, jenis-jenis vegetasi tersebut memiliki peranan yang baik dalam mendukung kualitas kehidupan yang berlangsung di lokasi penelitian. Dari gambaran tersebut maka dapat dikatakan bahwa komunitas vegetasi di lokasi penelitian mengalami dinamika pertumbuhan secara normal yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Perubahan dalam susunan vegetasi memperlihatkan adanya proses pergantian peranan dalam komunitas tumbuhan. Di sisi lain, terlihat adanya variasi komposisi jenis vegetasi yang berbeda-beda, dimana pada tingkat semai dan pancang, komposisi jenis vegetasinya lebih bervariasi, sedangkan pada tingkat tiang dan pohon kurang bervariasi. Variasi komposisi jenis vegetasi yang rendah pada tingkat tiang dan pohon menggambarkan kemampuan kelompok vegetasi tersebut kurang adaptif dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Selain itu, diduga adanya pengaruh luar yang berasal dari manusia melalui aktivitas pemanfaatan vegetasi tingkat tiang dan pohon untuk penggunaan bahan baku bangunan rumah, baik oleh masyarakat lokal (Suku Mandacan) untuk pembuatan rumah kaki seribu (rumah tradisional) maupun oleh pemerintah (pemerintahan kampung dan distrik) untuk pembangunan rumah penduduk dan kantor pemerintah distrik.

Lekitoo et al. (2012) menyatakan bahwa jenis dominan adalah jenis yang dapat memanfaatkan lingkungan yang ditempatinya secara efisien daripada jenis lain di tempat yang sama. Di lokasi penelitian, terdapat delapan jenis vegetasi yang sangat mendominasi pada semua kategori pertumbuhan, baik semai, pancang, tiang, maupun pohon, yaitu *Dodonaea viscosa*, *Lithocarpus ruvofilosus*, *Lithocarpus aspericulata*, *Rhus lamprocarpa*, *Melicope* sp., *Drimys piperita*, *Pouteria* sp., dan *Galbulimima belgraveana*. Di dalam suatu komunitas tumbuhan, distribusi suatu jenis tumbuhan dibatasi oleh kondisi lingkungan dalam arti luas. Beberapa jenis di hutan tropika teradaptasi dengan kondisi kanopi (bawah, tengah, dan

atas) yang intensitas cahayanya berbeda-beda (Arrijani 2008). Kedelapan jenis vegetasi yang ditemukan termasuk kelompok vegetasi yang mampu tumbuh dan berkembang (beradaptasi) secara baik dengan kondisi lingkungan di sekitarnya dan secara ekologis berperan sebagai penyusun utama komunitas tumbuhan pada ekosistem hutan di lokasi penelitian. Arrijani (2008) mengemukakan bahwa kemampuan suatu jenis dalam beradaptasi secara optimal terhadap seluruh faktor lingkungan (fisik, biotik, dan kimia) sangat menentukan keberhasilannya untuk menempati atau menguasai suatu area.

Penggantian spesies tumbuhan tertentu oleh spesies yang lain di suatu habitat sangat bergantung kepada kemampuan spesies tumbuhan untuk bersaing dengan yang lain terhadap tempat (ruang tumbuh), cahaya, air, dan unsur hara tanah. Pada kondisi yang ideal, seperti di hutan hujan tropis, persaingan yang terjadi sangat keras dan tumbuhan akan mempunyai kemampuan adaptasi pada banyak *niche* ekologi yang berbeda untuk kelangsungan hidupnya. Kecepatan tumbuh biji tumbuhan dan anakan (semai) merupakan salah satu faktor yang menentukan kemampuan spesies tumbuhan tertentu untuk menghadapi dan menanggulangi persaingan yang terjadi (Indriyanto 2006).

Di atas tanah, cahaya merupakan faktor penting dalam persaingan antar tumbuhan, sehingga semua persaingan di atas tanah sangat bergantung kepada ketersediaan cahaya. Persaingan terhadap cahaya merupakan penyebab utama munculnya struktur ekosistem yang menggunakan cahaya secara maksimum. Persaingan akan menyebabkan terbentuknya susunan masyarakat tumbuhan yang khas dari segi bentuk, jumlah jenis, dan jumlah individu-individu penyusunnya, sesuai dengan kondisi tempat tumbuh atau habitatnya (Indriyanto 2006).

#### *Keanerakagaman amfibi*

Penelitian amfibi dilakukan pada dua lokasi, yaitu lokasi A yang terletak di sekitar Kampung Iranmeba dan lokasi B yang berada di sekitar anakan Sungai Didouhu. Tipe habitat di lokasi A merupakan tipe habitat terestrial berupa semak belukar dengan kondisi tanah berbatu serta ditumbuhi vegetasi paku-pakuan dan alang-alang. Adapun tipe habitat di lokasi B merupakan tipe habitat akuatik berupa sungai dengan aliran air yang lambat sampai deras dan memiliki kondisi tanah lembap hingga tergenang air.

Amfibi yang ditemukan di lokasi penelitian sebanyak empat jenis dari empat famili, yaitu *Litoria arfakiana* (Hylidae), *Asterophrys* sp. (Microhylidae), *Rana grisea* (Ranidae), dan *Lechriodus platyceps* (Myobatrachidae). Keempat jenis tersebut berasal dari satu ordo, yaitu Ordo Anura. Jumlah jenis tersebut sangat sedikit apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Worabai (2005) yang mencatat 11 spesies dari Ordo Anura di lokasi tersebut. Perbedaan dalam hasil penelitian tersebut, diduga dipengaruhi beberapa faktor, seperti lamanya waktu penelitian dan pengamatan di lapangan maupun luasan lokasi survei. Deskripsi ciri morfologi dari keempat jenis amfibi tersebut sebagai berikut.

*Litoria arfakiana* group Peters & Doria, 1878 (Gambar 6.A)

Famili: Hylidae. *Deskripsi*: katak berukuran kecil dengan bentuk tubuh meramping, kepala meruncing, arah pupil horizontal, kulit kaki berwarna cokelat muda, semua jari kaki terdapat *disk*, jari kaki belakang berselaput, terdapat semacam duri pada bagian ujung tibia, tekstur tubuh kasar dengan lipatan kulit yang jelas di tengah dorsal, dorsal tubuh berwarna cokelat tua bercampur hijau tidak beraturan, dorsal kepala bercorak hijau yang membentuk segitiga dari bagian mata sampai ujung mulut, ventral tubuh berwarna cokelat berbintik putih hitam, sisi lateral tubuh berwarna cokelat muda (Menzies 1975). *Habitat*: sungai, hutan, semak tinggi, dan alang-alang. *Penyebaran*: daerah Kepala Burung Papua, pada ketinggian 700-2800 m dpl.

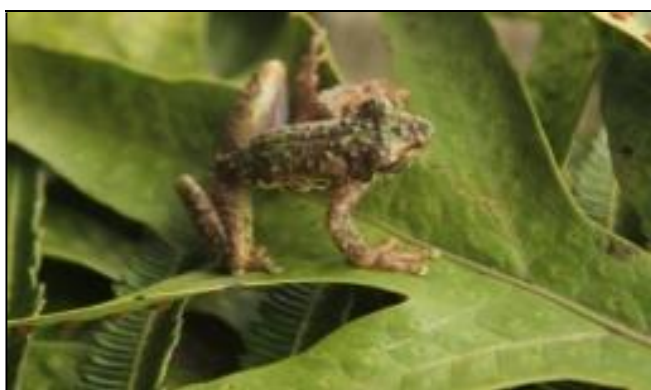
*Asterophrys* sp. (Gambar 6.B)

Famili: Microhylidae. *Deskripsi*: katak berukuran sedang, tekstur tubuh kasar, bagian dorsal berwarna cokelat tua kehitaman, bentuk kepala lebar dengan sedikit meruncing di bagian moncong, arah pupil horizontal dengan mata menonjol, jari kaki belakang bercorak oranye dan tidak berselaput, *disk* pada jari-jari kaki berukuran kecil, dan pada bagian ventral terdapat bercak-bercak hitam. *Habitat*: hutan, lahan terbuka/bekas kebun, dan

pohon tumbang/kayuan lapuk. *Penyebaran*: daerah Kepala Burung Papua, pada ketinggian 700-2800 m dpl. *Catatan*: belum teridentifikasi nama spesiesnya, sehingga diduga spesies baru.

*Rana grisea* van Kampen, 1913 (Gambar 6.C)

Famili: Ranidae. *Deskripsi*: katak berukuran sedang dengan bentuk tubuh meramping, terdapat garis kuning muda yang membatasi bagian dorsal dan samping tubuh katak, kepala runcing, tekstur tubuh halus dengan bagian dorsal berwarna cokelat terang, pada bagian lateral tubuh terdapat strep hitam (corak hitam melingkar), bagian ventral tubuh berwarna kuning muda bercampur putih, tekstur kulit kaki berbintik hitam dan kasar, terdapat strep berwarna hitam pada kedua kaki (corak hitam melingkar), *disk* terdapat pada semua jari kaki, terdapat lipatan-lipatan di kulit tubuh, arah pupil bulat dan horizontal serta terdapat lingkaran garis emas, khusus katak muda dan katak jantan saat menjelang dewasa bagian ventral tubuh berwarna kuning terang, berselaput pada semua jari-jari kaki belakang, namun salah satu jari kaki berselaput penuh (Menzies 1975). *Habitat*: hutan dan sungai. *Penyebaran*: Pegunungan Arfak, pada ketinggian ±800 m dpl dan 1000-1400 m (1500 m dpl).



A



B

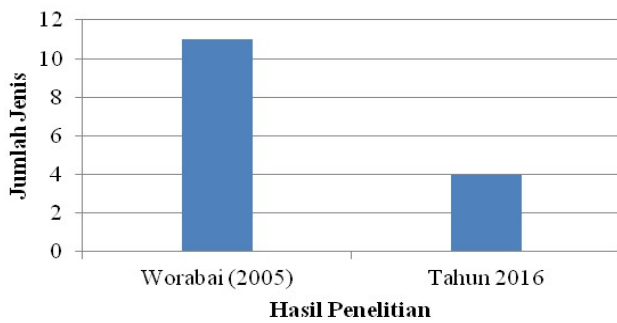


C



D

**Gambar 6.** A. *Litoria arfakiana* group Peters & Doria, 1878, B. *Asterophrys* sp., C. *Rana grisea* van Kampen, 1913, D. *Lechriodius platyceps* Parker, 1940 (Foto: Meliza Worabai, 2017)



**Gambar 7.** Perbandingan jumlah jenis amfibi yang ditemukan pada tahun 2016 dengan hasil penelitian Worabai (2005)

*Lechriodus platyceps* Parker, 1940 (Gambar 6.D)

Famili: Myobatrachidae. *Deskripsi:* katak berukuran besar dengan tekstur tubuh kasar, terdapat lipatan-lipatan di kulit tubuh, bentuk kepala lebar dengan moncong tumpul (bundar), pupil tersusun seperti berlian (segilima), bagian dorsal berwarna cokelat, bagian ventral berwarna putih, kedua kaki bergaris cokelat tua (corak cokelat melingkar) dengan bintik hitam di bagian paha, jari kaki belakang berselaput, *disk* terdapat pada jari kaki belakang, kedua kaki depan tidak ber-*disk* namun pada dua jari memiliki bentuk pinggir yang melebar memanjang seperti *disk* dan berwarna putih, khusus untuk katak betina memiliki pelebaran pada pinggir kedua sisi jari pertama dan kedua seperti *disk*. *Habitat:* hutan, perbukitan di kaki gunung, *growong* tanah di tebing. *Penyebaran:* Pegunungan Arfak, pada ketinggian  $\pm 800$  m dpl dan 1000-1400 m (1500 m dpl).

Berdasarkan nilai Indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ), nilai  $H'$  yang diperoleh untuk jenis amfibi dari Ordo Anura di lokasi penelitian sebesar 3,14. Menurut Magurran (1988), tingkat kelimpahan jenis yang tinggi ditunjukkan dengan nilai Indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ) lebih dari 3,5, termasuk kategori sedang apabila nilainya berkisar antara 1,5 sampai 3,5, serta termasuk kategori rendah apabila nilainya kurang dari 1,5. Berdasarkan kategori tersebut, nilai indeks keanekaragaman jenis amfibi Ordo Anura di lokasi penelitian tergolong sedang. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi komunitas amfibi di lokasi penelitian berada dalam kondisi kurang stabil meskipun tingkat produktivitasnya baik dan kondisi ekosistemnya seimbang.

Dari komposisi jenisnya, terlihat adanya perbedaan jumlah spesies amfibi yang sangat jauh jika dibandingkan dengan hasil penelitian Worabai (2005). Terlihat adanya perubahan jumlah jenis amfibi yang sangat menurun di tahun 2016 (Gambar 7). Apabila dilihat dari periode waktu penelitian yang dilakukan maka rentang waktu antara tahun 2005 hingga 2016 cukup lama (selama 12 tahun). Oleh sebab itu, diperkirakan selama 12 tahun telah terjadi perubahan dalam proses ekologi di lokasi penelitian.

Di sekitar lokasi penelitian, terdapat Kantor Kepala Distrik, Puskesmas Pembantu (Pustu), dan kawasan perumahan penduduk lokal yang baru dibangun. Berdasarkan data BPS Kabupaten Manokwari (2016),

pembangunan fasilitas tersebut terjadi sejak tahun 2012, karena pada tahun tersebut dimulai pembangunan untuk memenuhi tuntutan kebutuhan pemerintah dan masyarakat di Distrik Didouhu yang telah resmi dimekarkan sebagai distrik baru. Hal ini menunjukkan bahwa hutan/lahan di sekitar lokasi penelitian pernah diusahakan sejak tahun 2012 untuk kepentingan pembangunan fasilitas pemerintahan dan perumahan penduduk. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perubahan ekologis di lokasi penelitian, disebabkan oleh gangguan manusia yaitu perubahan hutan (habitat amfibi) menjadi lahan perkantoran dan permukiman penduduk.

Pengubahan fungsi hutan menjadi lahan perkantoran dan permukiman penduduk dapat mengubah komposisi amfibi yang ada, sedangkan penebangan kayu, pembakaran lahan kebun, dan kegiatan merusak lainnya, dapat memusnahkan amfibi di sekitar kawasan tersebut. Amfibi (katak dan kodok) memiliki kulit semipermeabel serta memiliki dua fase siklus hidup, sehingga kedua kondisi tersebut menjadikan satwa tersebut sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Secara ekologis, nilai penting amfibi adalah sebagai bio-indikator kondisi lingkungan (Yudha et al. 2014).

Perubahan hutan/lahan akibat pembangunan berbagai fasilitas maupun akibat aktivitas lainnya yang menggunakan/mengubah bentang alam, dapat menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat, sehingga mengubah siklus ekologi dari suatu ekosistem. Kondisi tersebut membuat proses pemecahan habitat satwa liar menjadi kantong-kantong (*patches*) habitat yang lebih kecil, sehingga kehidupan satwa liar menjadi terganggu dan berdampak pada menurunnya tingkat reproduksi, hilangnya habitat satwa liar, maupun peningkatan pemangsaan terhadap sarang. Perubahan struktur dan komposisi jenis tumbuhan akan mengubah komposisi satwa liar akibat adanya perubahan penyebaran dan kelimpahan pakan, perubahan iklim mikro, serta berkurangnya tempat berlindung dan berkembang biak. Satwa akan memilih habitat yang memiliki kelimpahan sumber daya bagi kelangsungan hidupnya, dan sebaliknya jarang atau tidak ditemukan di lingkungan yang kurang menguntungkan (Arief 2015).

Karakteristik fisik, seperti suhu dan kelembapan udara, di lokasi penelitian menunjukkan nilai yang sesuai bagi kehidupan amfibi secara umum. Berdasarkan kisaran suhu yang diperoleh di lokasi penelitian, yaitu berkisar antara 18 sampai 25°C, bahwa lokasi tersebut dapat mendukung perkembangbiakan amfibi. Hal ini terbukti adanya *Rana grisea* yang masih dapat dijumpai di lokasi penelitian. Menurut Goin dan Goin (1971), katak memiliki toleransi suhu antara 3-41°C, sehingga kisaran suhu udara yang diperoleh di lokasi penelitian dapat mendukung kehidupan amfibi. Amfibi juga membutuhkan kelembapan udara yang cukup untuk melindungi diri dari kekeringan pada kulit (Iskandar 1998). Kelembapan udara yang diperoleh di lokasi penelitian berkisar antara 60% sampai 80% dan apabila dibandingkan dengan UI-Hasanah (2006) yang memperoleh kisaran kelembapan udara antara 84% sampai 99%, hal ini menunjukkan kelembapan udara di lokasi

penelitian masih tergolong rendah, sehingga menyebabkan kurangnya jenis-jenis amfibi yang ditemukan. Rendahnya kelembapan udara di lokasi penelitian diduga dipengaruhi oleh kondisi hutan/lahan dan vegetasi di sekitarnya yang relatif telah terbuka atau pernah dibuka (dusahakan).

Kemerataan dapat digunakan sebagai indikator adanya jenis yang mendominasi pada suatu komunitas (Santosa 1995). Kisaran nilai kemerataan jenis yaitu antara 0 sampai 1, dimana nilai 0 berarti kemerataan antarspesies rendah dan nilai 1 berarti kemerataan antarspesies tinggi (Yani et al. 2015). Nilai E yang diperoleh untuk spesies amfibi sebesar 0,91, dimana nilai tersebut menggambarkan kemerataan spesies yang tinggi. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa distribusi individu masing-masing jenis di dalam komunitas sangat seimbang dan ekosistem sangat stabil. Kondisi habitat di lokasi survei terlihat dari jenis-jenis katak yang dijumpai selama penelitian. Hadirnya spesies *Litoria arfakiana* group pada kedua lokasi (lokasi A dan B) menunjukkan adanya tipe habitat yang sama dan sesuai bagi jenis tersebut, yaitu berupa sungai dengan aliran air yang lambat sampai deras, tanah berbatu, tanah lembap sampai tergenang air, serta terdapatnya areal yang ditumbuhi beberapa spesies paku-pakuan maupun semak. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Menzies (1975) bahwa *Litoria arfakiana* group biasanya hidup di sekitar sungai, pada alang-alang atau semak-semak yang tinggi sampai vegetasi pohon.

Secara umum, lokasi penelitian cukup lembap, banyak genangan air, vegetasi riparian yang cukup lebat, dan kondisi tanah berbatu, sehingga sesuai untuk habitat spesies dari kelompok Anura. Anura secara umum kurang mampu berkembang biak secara maksimal di air payau, tepian muara terbuka, hanya rerumputan, dan semak pendek, sehingga suhu udara cukup panas dan terik dan banyak ditemukan tumpukan sampah. Munculnya *Asterophrys* sp. menunjukkan lokasi tersebut banyak terdapat vegetasi beserta serasah.

Hasil analisis kuantitatif menunjukkan bahwa nilai S yang diperoleh adalah sebesar 0,17 dan nilai tersebut menggambarkan tingkat kesamaan jenis pada kedua tipe habitat yang rendah. Hal ini dapat terjadi karena letak geografis antar anggota kelompok saling berdekatan. Yani (2015) mengemukakan bahwa letak geografis dapat menentukan jumlah jenis penghuni dan untuk penyebaran satwa liar mempunyai pembatas-pembatas fisik seperti sungai, samudera, dan gunung, serta pembatas ekologis seperti batas tipe hutan dan jenis pesaing yang telah lebih lama beradaptasi di wilayah tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya pengaturan fungsi hutan yang baik dari pihak terkait guna mempertahankan keberadaan spesies amfibi di lokasi penelitian.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi vegetasi di lokasi penelitian tersusun dari 65 jenis vegetasi (37 famili) yang meliputi 50 jenis pada tingkat semai dengan kerapatan 17.500 individu/ha, 50 jenis pada tingkat pancang dengan kerapatan 4.085 individu/ha, 42 jenis pada tingkat tiang dengan kerapatan 506 individu/ha, dan 28 jenis pada tingkat pohon dengan kerapatan 108 individu/ha. Delapan jenis vegetasi dengan INP tertinggi sangat mendominasi antara tiga sampai empat

fase pertumbuhan, yaitu *Dodonaea viscosa*, *Lithocarpus ruvofilosus*, *Lithocarpus aspericulata*, *Rhus lamprocarpa*, *Melicope* sp., *Drimys piperita*, dan *Pouteria* sp. Kedelapan jenis vegetasi tersebut merupakan penciri utama komunitas tumbuhan pada ekosistem hutan di kawasan hutan sekitar Sungai Didouhu. Sementara itu, amfibi yang ditemukan di lokasi penelitian terdiri dari empat jenis, yaitu *Litoria arfakiana*, *Asterophrys* sp., *Rana grisea*, dan *Lechriodius platyceps*. Keanekaragaman jenis amfibi di lokasi penelitian tergolong sedang ( $H' = 3,14$ ) dengan tingkat kesamaan jenis antarlokasi yang rendah ( $S = 0,17$ ). Namun, tingkat kemerataan jenisnya tinggi ( $E = 0,91$ ), dimana terlihat satu jenis yaitu *Litoria arfakiana* yang ditemukan hadir pada dua lokasi penelitian. Secara keseluruhan, kondisi lokasi penelitian cukup lembap, banyak genangan air, vegetasi riparian cukup lebat, serta memiliki kondisi tanah berbatu dan serasah, sehingga sesuai untuk habitat amfibi dari Ordo Anura.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana karena bantuan dari berbagai pihak, baik berupa pendanaan maupun tenaga, sarana, dan prasarana penelitian. Oleh karena itu diucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi sebagai penyandang dana penelitian melalui LPPM Universitas Papua Manokwari. Ucapkan terima kasih juga disampaikan kepada para pengenalan jenis tumbuhan, mahasiswa, dan masyarakat lokal atas bantuan tenaga selama pengambilan data di lapangan, serta semua pihak yang telah membantu, baik materi maupun nonmateri, secara langsung maupun tidak langsung, demi terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief H, J Mijiarto, A Rahman. 2015. Keanekaragaman dan status perlindungan satwa liar di PT. Riau Sawitindo Abadi. Media Konservasi 20 (1): 159-165.
- Arijani. 2008. Struktur dan komposisi vegetasi zona montana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Biodiversitas 9 (2): 134-141.
- Astuti SS. 2009. Struktur dan Komposisi Vegetasi Pohon dan Pole di Sekitar Jalur Wisata Taman Wisata Alam Sicikeh-cikeh Kabupaten Dairi Sumatera Utara. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- BPS [Badan Pusat Statistik Kabupaten Manokwari]. 2016. Statistika Daerah Distrik Didouhu. Badan Pusat Statistik Kabupaten Manokwari, Manokwari.
- Gillespie G, Howard S, Lockie D et al. 2005. Herpetofaunal richness and community structure of Offshore Islands of Sulawesi, Indonesia. Biotropica 37 (2): 279-290.
- Goin CJ, Goin OB. 1971. Introduction to Herpetology. Second edition. Freeman, San Francisco, USA.
- Indriyanto. 2006. Ekologi hutan. Cetakan Pertama. Bumi Aksara, Jakarta.
- Iskandar DT. 1998. Amfibi Jawa dan Bali. Seri Panduan Lapangan. Puslitbang LIPI, Bogor, Indonesia
- Kartikasari SN, Marshall AJ, Beehler BM. 2012. Ekologi Papua. Seri Ekologi Indonesia-Jilid VI. Yayasan Pustaka Obor Indonesia dan Conservation International, Jakarta.
- Kaunang TD, Kimbal JD. 2009. Komposisi dan struktur vegetasi hutan mangrove di Taman Nasional Bunaken Sulawesi Utara. Jurnal Agritek 17 (6).
- Kusmana C. 1997. Metode survey vegetasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Lekitoo K, Batorinding E, Dimomonmau PA et al. 2012. Re-diversifikasi pangan di tanah Papua: Pemanfaatan enam jenis tumbuhan hutan penghasil buah sebagai sumber bahan pangan di tanah Papua. Bagian I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Menzies JI. 1975. Handbook of common New Guinea frogs. Ecology Institute, Wau, PNG.
- Pitopang R. 2012. Struktur dan komposisi vegetasi pada 3 zona elevasi yang berbeda di Taman Nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah Indonesia. *Jurnal Natural Science* 1 (1): 85-105.
- Santosa Y. 1995. Teknik Pengukuran Keanekaragaman Satwa Liar. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Salosso KE. 2009. Analisis Vegetasi di Area Suksesi Alami Mile Post 21 PT Freeport Indonesia. [Skripsi]. Universitas Negeri Papua, Manokwari.
- Suhartini. 2009. Peran konservasi keanekaragaman hayati dalam menunjang pembangunan yang berkelanjutan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sumargo W, Nanggara SG, Nianggolan FA et al. 2011. Potret keadaan hutan Indonesia Periode Tahun 2000-2009. Forest Watch Indonesia, Bogor. .
- Stebbins RC, Cohen NW. 1997. A natural history of Amfibians. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Tanjung RHR, Suharno, Kalor JD. 2012. Analisis vegetasi dan potensi hutan bukan kayu di kawasan hutan Kampung Pagai Distrik Airu Kabupaten Jayapura Papua. *Jurnal Biologi Papua* 4 (2): 54-62.
- Ul-Hasanah AU. 2006. Amphibian Diversity in Bukit Barisan Selatan National Park Lampung-Bengkulu. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wijana N. 2014. Metode analisis vegetasi. Plantaxia, Yogyakarta. .
- Worabai MS. 2005. Keanekaragaman Amphibi (Ordo Anura) di Kampung Iranmeba Distrik Didouhu Kabupaten Manokwari. [Skripsi]. Universitas Negeri Papua Manokwari, Manokwari.
- Womersley JS. 1978. Handbooks of the flora of Papua New Guinea. Volume I. Melbourne University Press on Behalf of the Government of Papua New Guinea, Melbourne, Australia.
- Yani A, Said S, Erianto. 2015. Keanekaragaman jenis Amfibi Ordo Anura di kawasan Hutan Lindung Gunung Semahung Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari* 3 (1): 15-20.
- Yudha DS, Trijoko RE, Alawi MF et al. 2014. Keanekaragaman jenis katak dan kodok (Ordo Anura) di sepanjang Sungai Opak Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Biologi* 18 (2): 52-59.

# Morfologi dan perkembangan bunga-buah tembesu (*Fragraea fragrans*)

## Morfology and development of flowering-fruited of tembesu (*Fragraea fragrans*)

EVAYUSVITA RUSTAM<sup>✉</sup>, AGUS ASTHO PRAMONO

Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Jl. Pakuan Ciheuleut 105, Bogor 16129, Jawa Barat. Tel./fax.: +62-251-8327768.

<sup>✉</sup>email: eva\_yr@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 5 September 2017. Revisi disetujui: 24 April 2018.

**Abstrak.** Rustam E, Pramono AA. 2018. *Morfologi dan perkembangan bunga-buah tembesu (Fragraea fragrans)*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 13-19. Tembesu (*Fragraea fragrans* Roxb.) yang memiliki sebaran alami yang luas di Indonesia merupakan tanaman penghasil kayu yang bernilai budaya dan ekonomi yang tinggi. Pengembangan tanaman tembesu ini membutuhkan ketersediaan benih yang berkualitas, Pemahaman tentang tahap perkembangan buah dan bunga diperlukan untuk memprediksi saat pengunduhan benih yang tepat, di saat benih berada pada kualitas fisiologis maksimum. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui struktur, morfologi dan fase perkembangan bunga dan buah tembesu. Pengamatan terhadap struktur, morfologi dan fase-fase pembungaan dan pemuahan dilakukan di Bogor (Jawa Barat) dan Sumatera Selatan. Tahap-tahap perkembangan bunga tembesu dibedakan menjadi 4 tahap yaitu i) kuncup generatif, ii) kuncup hijau, iii) kuncup putih, iv) bunga mekar, dan v) bunga layu. Periode waktu dari terbentuknya tunas generatif hingga bunga layu memerlukan waktu 1 bulan. Berdasarkan perubahan ukuran dan warna buah, perkembangan buah dapat dikelompokkan ke dalam 3 tahap yaitu tahap I (fase pasca fertilisasi), tahap II (perkembangan buah), dan tahap III (pematangan buah). Benih telah berada pada fase masak fisiologis ketika buah berwarna merah. Pada saat masak fisiologis, di dalam buah terdapat benih viabel yang berwarna coklat atau coklat kehitaman, dan benih mati yang berwarna putih dan berukuran kecil. Proses perkembangan buah berlangsung sekitar 18-19 minggu. Berdasarkan hasil penelitian ini, prediksi saat masak fisiologis benih tembesu mulai dapat dilakukan sejak tanaman menghasilkan tunas bunga.

**Kata kunci:** pembungaan, pemuahan, siklus perkembangan, tunas generatif

**Abstract.** Rustam E, Pramono AA. 2018. *Morfology and development of flowering-fruited of tembesu (Fragraea fragrans)*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 13-19. Tembesu (*Fragraea fragrans* Roxb.) which has wide natural distribution in Indonesia is a timber plant with high cultural and economic value. The development of this plant requires the availability of qualified seeds. An understanding of the developmental stages of fruits and flowers is needed to predict the best harvesting time of seed, when seeds are at the maximum physiological quality. The purpose of this research was to know the structure, morphology and development phase of flowers and fruit of tembesu. Observations on the morphology, flowering, and fruiting phases were conducted in Bogor (West Java) and South Sumatra. The stages of development of the flowers were divided into four stages: i) generative buds, ii) green buds, iii) white buds, iv) blooming flowers, and v) wilting flowers. The period of time from generative shoots to wilting flowers took 1 month. Based on the change of fruit size and color, fruit development can be grouped into 3 stages: stage I (post-fertilization phase), stage II (fruit development), and stage III (fruit ripening). When the fruit is red, the seed reaches a physiologically mature phase. When fruits were mature, within the fruit there were viable seeds, which were brown or blackish brown, and dead seeds which were white and small in size. The fruit development process took approximately 18-19 weeks. Based on the results of this study, the best harvest time can begin to be predicted when the trees produce flower buds.

**Keywords:** Development cycle, flowering, fruiting, generative buds

## PENDAHULUAN

Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) termasuk ke dalam famili Loganiaceae. Tembesu tersebar secara alami di Asia tenggara dan India (Yingngam dan Brantner 2015). Di Indonesia tembesu antara lain tersebar di daerah Jambi, Sumatera Selatan, Lampung (Asmaliyah et al. 2012) dan Kalimantan Barat (Rosalia 2008). Tembesu adalah jenis pohon penghasil kayu yang terkenal di Provinsi Sumatera Selatan (Prakosa et al. 2008). Jenis ini memiliki keunggulan dari sisi ekologi dan ekonomi (Asmaliyah et al.

2012). Dari sisi ekologi, tembesu merupakan jenis tanaman pionir yang mempunyai kemampuan daya hidup yang baik pada lahan marginal, tahan terhadap api, dan pada setiap fase pertumbuhannya tanaman ini dapat hidup baik di lahan-lahan terbuka (Junaidah dan Muslimin 2008). Secara ekonomi kayu tembesu dapat digunakan untuk kayu konstruksi bangunan, jembatan, tiang listrik, dan furniture, bagian kulit batang dan daunnya digunakan sebagai bahan obat-obatan (Jonville et al. 2008; Putra et al. 2011). Bunga tembesu, karena wanginya yang khas, telah lama digunakan oleh orang Thailand untuk parfum, dekorasi

rambut, dan untuk memperbaiki suasana hati (Yingngam dan Brantner 2015).

Di Sumatera Selatan, kayunya merupakan bahan ukiran yang memiliki kualitas terbaik dibandingkan dengan kayu lokal lainnya sehingga banyak digunakan oleh pengrajin. Selain itu kayu tembesu memiliki nilai sosial dan budaya yang tinggi (Junaidah dan Premono 2008). Intensitas penggunaan yang tinggi tidak seimbang dengan penanamannya yang kurang, sehingga keberadaannya semakin lama semakin terancam. Saat ini kayu tembesu mulai sulit diperoleh di pasaran, dan harganya mahal, sehingga pasokannya untuk industri ukiran semakin berkurang (Junaidah dan Premono 2008; Martin 2011; Sofyan et al. 2013). Untuk mencegah agar tanaman tembesu tidak punah, serta untuk meningkatkan persediaan kayunya yang memiliki nilai budaya, ekonomi dan ekologi yang tinggi maka diperlukan upaya penanaman.

Penanaman tembesu memerlukan pasokan bibit berkualitas yang mencukupi. Pengadaan benih sampai saat ini masih bertumpu pada bibit hasil biakan secara generatif, sehingga ketersediaan benih yang mencukupi memegang peranan yang sangat penting. Upaya untuk meningkatkan produksi benih yang berkualitas memerlukan pemahaman tentang biologi reproduksi yang berkaitan dengan morfologi dan perkembangan bunga serta buah (Syamsuwida et al. 2012). Pemahaman tentang morfologi pembungaan diperlukan karena merupakan bagian dari upaya memahami sistem reproduksi dalam menentukan langkah-langkah konservasi (Baskorowati dan Pudjiono 2015) dan program pemuliaan tanaman (Jun et al. 2009). Bunga adalah bagian tanaman yang secara langsung terlibat dalam daya tarik serangga penyerbuk, sehingga ciri morfologi dan fungsionalnya memiliki dampak besar terhadap keberhasilan reproduksi tanaman (Navarro dan Guitian 2002; Castro et al. 2008; Wilson et al. 2017). Variasi morfologi bunga merupakan adaptasi alami untuk peningkatan tampilan atau meningkatkan kesesuaian mekanis antara bunga dan penyerbuk (Etcheverry et al. 2007; Harder dan Johnson 2009; Sletvold et al. 2010; Bartkowska dan Johnston 2012). Ciri morfologi bunga yang berkaitan dengan serangga penyerbuk antara lain adalah ukuran bunga (Etcheverry et al. 2007; Pellegrino et al. 2010; Parachnowitsch dan Kessler 2010; Sletvold et al. 2010). Warna bunga juga berkaitan dengan serangga penyerbuk (Krakos et al. 2010; Hirota et al. 2013; Van der Niet et al. 2010). Bentuk bunga juga berpengaruh terhadap jenis serangga penyerbuk utamanya (Etcheverry et al. 2008). Selain itu, struktur bunga juga menentukan jenis penyerbuk dan sistem perkawinannya (Navarro dan Guitian 2002; Etcheverry et al. 2008; Wilson 2017).

Pemahaman tentang perkembangan buah untuk menentukan saat pohon menghasilkan buah yang masak secara fisiologis adalah penting, karena benih yang masak memiliki kondisi fisik dan fisiologis yang telah berkembang sempurna sehingga vigornya bisa terekspresikan secara maksimal. Mengunduh benih yang terlalu awal atau terlambat akan menghasilkan benih dengan kualitas rendah (Copeland 1976; Bedane et al. 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui periode dan tahap perkembangan, karakteristik struktur morfologi bunga, periode dan tahap perkembangan bunga serta buah tembesu.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan waktu

Penelitian berlangsung pada bulan Februari 2014 sampai Desember 2014. Pengamatan dilakukan di Kebun Raya Bogor (Jawa Barat) dan Ogan Kemiring Iilir (Sumatera Selatan).

### Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah tegakan tembesu. Alat yang digunakan adalah teropong, mikroskop, hand counter, alat panjat, cutter, calliper, peralatan pengamatan bunga, gunting stek, galah berkait (gunting pruning).

### Metode

#### *Pengamatan morfologi dan tahapan pembungaan*

Pengamatan morfologi bunga di laboratorium menggunakan mikroskop stereo. Pengamatan dilakukan terhadap ukuran dimensi, jumlah dan ukuran struktur penyusun bunga (kelopak, mahkota, benang sari dan kepala putik). Selain pengamatan deskriptif juga dilakukan pendokumentasian struktur dan morfologi bunga.

Pengamatan perkembangan bunga dilakukan secara langsung di lapangan. Pengamatan dimulai dari munculnya tunas generatif sampai bunga layu atau gugur (Ulfah et al. 2016). Pada masing-masing tahap perkembangan dilakukan pengamatan terhadap perubahan struktur dan warna bunga. Pengamatan juga dilakukan terhadap waktu (tanggal dan periode waktu yang ditunjukkan setiap perubahan).

Pengamatan dilakukan terhadap 17 malai contoh dari 2 pohon. Pengamatan perkembangan dan pengukuran bunga dilakukan setiap hari pada setiap kuntum bunga yang terdapat pada malai. Jumlah bunga yang diamati di dalam setiap malai bervariasi dari 2 kuntum sampai 24 kuntum.

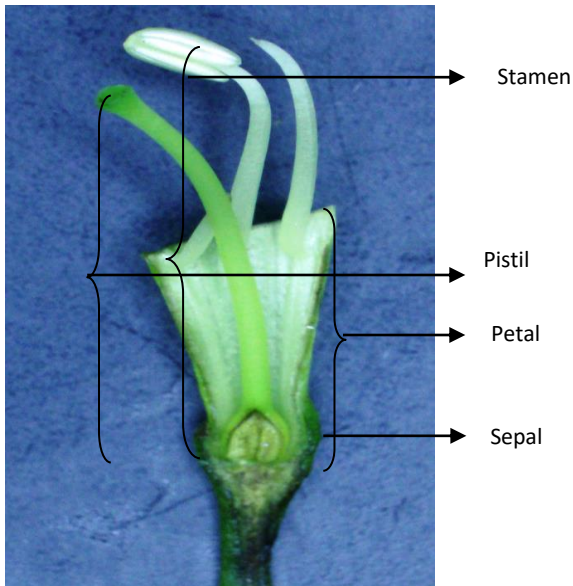
#### *Pengamatan tahap perkembangan buah*

Perkembangan buah dimulai dari sejak mulai gugurnya tepal bunga (indikasi terjadinya penyerbukan) sampai biji masak fisiologis. Selain itu dilakukan pengamatan terhadap periode waktu, ukuran, warna dan bentuk buah. Pengamatan dan pengukuran dilakukan seminggu sekali, terhadap semua buah yang terdapat di malai contoh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Morfologi bunga

Berdasarkan kelengkapan bunga, tembesu dapat dikelompokkan kedalam bunga lengkap karena semua bagian dari bunga seperti perhiasan bunga (kelopak dan mahkota) dan alat kelamin bunga (putik dan benang sari) terdapat dalam satu kuntum bunga.



**Gambar 1.** Penampang melintang bunga tembesu

Perhiasan bunga terdiri dari *sepal* (kelopak) berfungsi untuk melindungi bunga saat kuncup berwarna hijau, berjumlah 5 (lima) helai dan saling berlekatan. *Sepal* terdorong ke dasar bunga seiring perkembangan bunga dan *sepal* akan bertahan sampai fase buah. *Sepal* (mahkota) bunga yang merupakan perhiasan bunga memiliki fungsi untuk mempercantik dan menarik serangga. *Sepal* berwarna hijau sampai putih, berjumlah 5 (lima) helai dan saling berlekatan setengah dari panjang maksimum *sepal*. Mahkota bunga berbentuk simetris. Berdasarkan ukurannya dan bentuknya diduga penyerbuknya bukan dari jenis lebah besar, karena menurut Etcheverry et al. (2008) lebah besar adalah pengunjung bunga yang berbentuk asimetris. Ukuran mahkota bunga relatif kecil yaitu 0,4 mm - 1,2 mm. Menurut Parachnowitsch dan Kessler (2010), Castro et al. (2008) dan Sletvold et al. (2010) bunga yang besar lebih menarik serangga penyerbuk dari pada bunga yang kecil, dari hasil pengamatan mengindikasikan bahwa untuk menarik penyerbuk ukuran bunga tembesu yang kecil diimbangi dengan banyaknya bunga yang dihasilkan dari setiap pohonnya. Menurut Parachnowitsch dan Kessler (2010) dan Bartkowska dan Johnston (2012) ukuran penampakan bunga yang dipengaruhi oleh ukuran pohon dan banyaknya jumlah bunga per pohon menjadi faktor yang menentukan ketertarikan serangga penyerbuk.

Berdasarkan ekspresi kelamin bunga tembesu memiliki 2 (dua) alat kelamin dalam satu bunga yang disebut bunga banci (*hermaphroditus*). Kelamin jantan berupa *stamen* (benang sari) berjumlah 5 (lima) helai, berwarna putih, terletak pada dasar bunga dan sebagian dari panjang menempel pada *sepal*, kedudukan *anther* (kepala sari) terhadap tangkai sari yaitu tegak. *Pistil* (benang sari) memiliki ukuran yang lebih panjang dibandingkan stamen. Menempelnya stamen pada petal mengakibatkan posisi dari stamen akan jauh dari pistil saat bunga mekar. Keadaan ini akan berpengaruh terhadap proses penyerbukan bunga sehingga penyerbukan tidak bisa dilakukan sendiri. Dari ciri stamen yang dimiliki, proses penyerbukan terjadi



**Gambar 2.** Kantong embrio tembesu

dengan bantuan angin. Ciri-ciri bunga yang menggunakan bantuan angin saat penyerbukan salah satunya adalah serbuk sari berjumlah banyak dan ringan sehingga mudah diterbangkan angin, kepala sari besar dan tangkai sari panjang serta bergoyang kalau ditiup angin, putiknya terentang keluar, panjang, dan berbulu (Tjitrosoepomo 2005). Putik merupakan alat kelamin betina terletak pada bagian tengah berwarna hijau berjumlah satu. Kantong embrio (bakal buah) berada pada bagian dasar dari bunga memiliki dua ruang dan masing-masing ruang terdapat ovul (bakal biji/benih) Gambar 2.

#### Tahap perkembangan bunga tembesu

Awal perkembangan bunga dimulai dengan munculnya tunas generatif dari ketiak daun (*axillary*) sampai organ perhiasan bunga layu. Tahapan perkembangan bunga dapat dilihat pada Gambar 3.

Bunga tembesu termasuk bunga majemuk yang tersusun dalam tipe terbatas (*inflorescences cymosa*) yang setiap ujung ibu tangkai bunga selalu ditutupi dengan daun pelindung bunga. Berbeda dengan tipe bunga majemuk terbatas pada umumnya, pada bunga tembesu ibu tangkainya memiliki dua cabang lateral yang berhadapan (percabangan bersifat *dichasial*) dan tangkai lateral bercabang dua lagi dan seterusnya hingga membentuk tiga atau empat tingkat percabangan (Gambar 4.B). Setiap bunga yang berada di bagian tengah berkembang lebih cepat dari pada dua bunga yang berada di sisi lateralnya. Hal yang sama terjadi pada bunga majemuk lainnya seperti surian dimana kuncup yang muncul pertama kali akan berkembang lebih dahulu (Hidayat 2010). Setiap bakal cabang tidak selalu tumbuh menjadi tunas bunga, sehingga pada percabangan paling ujung yang seharusnya terdapat 3 (tiga) bunga sering dijumpai hanya memiliki dua atau satu bunga (Gambar 4.C). Tingkat cabang dan kuntum bunga dalam satu tangkai bunga jumlahnya bervariasi. Selama pengamatan dijumpai bunga dengan satu hingga 4 (empat) tingkat percabangan, dan jumlah bunga bervariasi dari 4 (empat) hingga 31 kuntum bunga.

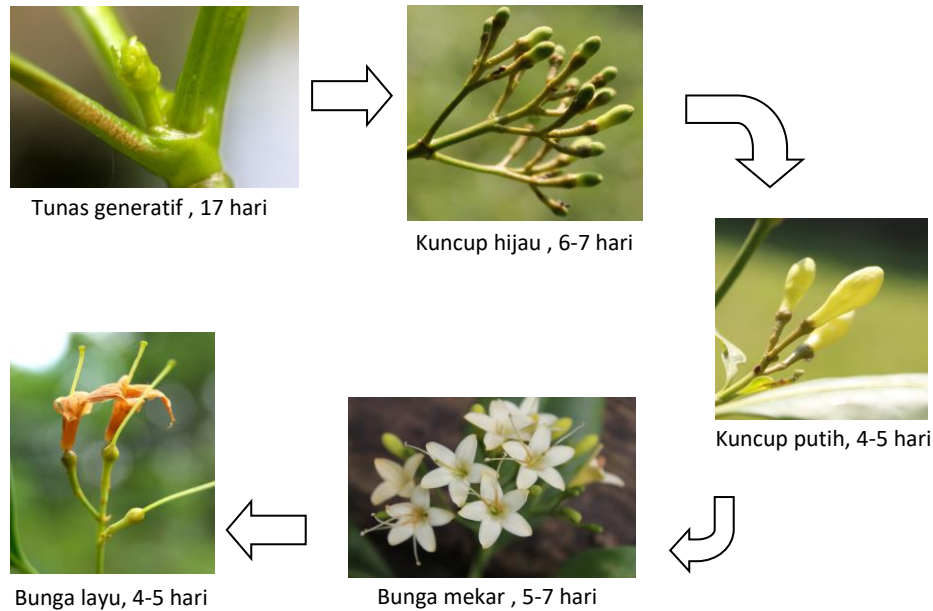
#### Tahapan perkembangan buah tembesu

Berdasarkan perubahan ukuran dan warna buah selama proses perkembangannya, perkembangan buah dapat dikelompokkan ke dalam 3 tahap yaitu tahap I (fase pasca penyerbukan), tahap II (perkembangan buah) dan tahap III (pematangan buah).

*Tahap I (Fase setelah penyerbukan)*

Fase ini dimulai dari organ penyusun bunga layu dan menyisakan ovarium dan putik. Kelopak bunga turun ke dasar bunga. Ovarium yang terletak di dasar bunga mulai membesar. Ovarium yang membesar berkembang menjadi

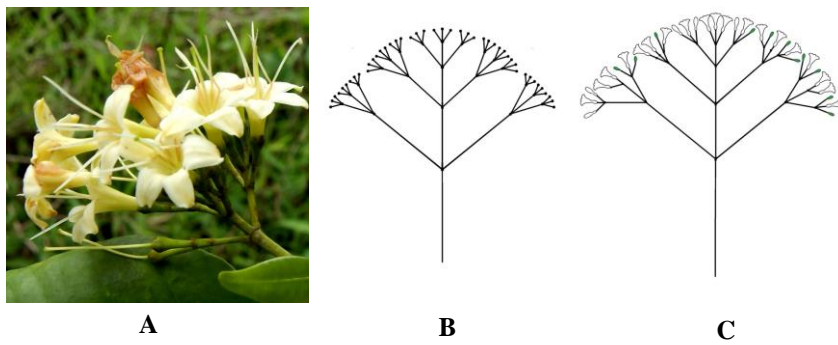
buah muda berwarna hijau muda, buah memiliki dua ruang dan masing-masing ruang terdapat kumpulan benih yang berwarna putih pucat. Fase ini diakhiri dengan tangkai putik terlepas dari bakal buah. Fase ini berlangsung selama 7 sampai 10 hari.



**Gambar 3.** Tahap-tahap perkembangan bunga tembesu

**Tabel 1.** Deskripsi tahapan perkembangan bunga tembesu

Tahap perkembangan	Deskripsi
Tunas generatif	Bakal bunga diselubungi oleh daun pelindung. Setiap ujung tunas membentuk tiga anak cabang yang kemudian berkembang menjadi anak-anak cabang berikutnya.
Kuncup hijau	Tiap ujung cabang muncul bakal bunga yang diselubungi oleh kelopak yang berwarna hijau. Fase kuncup hijau ini diakhiri ketika seluruh mahkota bunga berwarna putih.
Kuncup putih	Mahkota bunga berwarna putih sepenuhnya, ukuran mahkota berada pada ukuran maksimal untuk mekar dan ujung mahkota semakin membesar. Bagian ujung kuncup membesar membentuk rongga yang didalamnya terdapat stamen dan pistil yang mulai berkembang.
Bunga mekar	Fase bunga mekar dimulai dengan membukanya bagian ujung kuncup bunga dilanjutkan dengan terlihatnya benang sari dan putik. Setelah itu bunga mekar secara sempurna. Mahkota bunga membuka hanya separuh dari total kuncup, setengah bagian mahkota yang berada di pangkal tetap menyatu dan membentuk seperti tabung. Terbukanya mahkota diikuti dengan menyebarnya posisi benang sari sehingga letak antara benang sari saling berjauhan. Pada saat bunga mekar sempurna terlihat satu mahkota bunga membawa satu benang sari sementara putik terletak dibagian tengah-tengah dari bunga. Pada tahap ini bunga siap memasuki fase reseptif. Kematangan dari organ reproduksi sangat mempengaruhi proses penyerbukan. Kematangan organ reproduksi betina ditandai dengan perubahan warna anthera dari putih menjadi warna kecoklatan sementara untuk reseptifnya putik ditandai dengan perubahan warna stigma dari hijau muda menjadi hijau tua.
Bunga layu	Mahkota dan benang sari berubah warna dari putih menjadi coklat, warna putik dari hijau menjadi coklat. Perubahan warna dimulai dari tangkai benang sari yang menempel pada mahkota bunga menjadi coklat berangsur-angsur ke bagian ujung benang sari dan selanjutnya diikuti oleh mahkota bunga kemudian layu dan rontok sementara putik tetap menempel di ujung buah. Perubahan warna benang sari dan putik merupakan salah satu ciri yang menandakan proses penyerbukan telah terjadi.



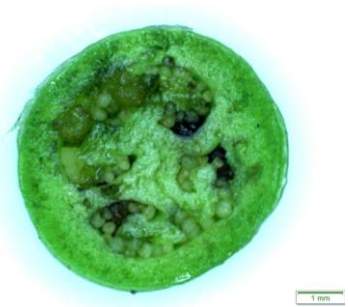
**Gambar 4.** A. Bunga tembesu sebagai bunga majemuk berbatas, B. Bentuk sistem percabangan secara teoritis, C. Pola percabangan yang dapat dijumpai setelah berbentuk bunga



**Gambar 5.** Fase setelah penyerbukan



**Gambar 6.** Fase perkembangan buah



*Tahap II (Perkembangan buah)*

Pada bagian ujung dari buah masih terdapat sisa putik yang berwarna coklat. Bakal buah mulai berubah warna ke arah hijau tua. Pada tahap ini terjadi perubahan ukuran buah yang cukup besar dan buah mencapai ukuran maksimal. Benih yang berada di dalam buah sebagian masih berwarna putih dan sebagian mulai berwarna agak gelap. Fase ini diakhiri dengan buah mulai berwarna kuning. Waktu yang dibutuhkan 11 sampai 12 minggu.

*Tahap III (Pematangan buah)*

Selama proses pematangan buah terjadi beberapa tahapan perubahan warna buah mulai dari buah berwarna hijau (buah muda), buah kuning, buah orange dan buah merah (buah tua) (Gambar 8). Dalam satu malai kemasakan buah tidak serentak, proses kematangan terjadi selama 2 minggu. Hal ini berkaitan dengan pembentukan bunga yang tidak serentak, karena pada bunga majemuk tipe *cymosa* bunga yang berada di batang utama dan berada di ujung cenderung tumbuh dan mekar lebih dahulu.

Pada setiap perubahan fase kematangan buah akan diikuti oleh perkembangan benih yang didalamnya. Saat

buah berwarna merah yang merupakan tahap akhir dari tingkat kematangan buah dijumpai dua kelompok benih yaitu biji yang berwarna putih dan biji yang berwarna coklat. Biji yang berwarna coklat kehitaman mencirikan biji yang mampu berkembang dan memiliki ukuran yang lebih besar. Sementara biji yang berwarna putih dan berukuran kecil mencirikan biji yang perkembangannya terhambat. Perkembangan yang terhambat mungkin karena adanya proses persaingan nutrisi selama proses perkembangannya yang sering dijumpai pada buah yang menghasilkan biji dalam jumlah banyak.

Tahap perkembangan bunga tembesu hingga menjadi buah masak memerlukan waktu 4 sampai 5 bulan termasuk lama jika dibandingkan dengan perkembangan bunga dan buah majemuk lainnya seperti nyawai (Pramono dan Rustam, 2015), saga pohon (Putri et al. 2013) dan bambang lanang (Rustam et al. 2014) yang memerlukan waktu sekitar 2 sampai 3 bulan. Namun lebih lambat jika dibandingkan perkembangan bunga surian yang membutuhkan waktu 5 sampai 6 bulan (Pramono et al. 2012).



**Gambar 8.** Tahap perkembangan buah tembesu

Dari hasil pengamatan, ditemukan bahwa setelah buah gugur tanaman tembesu segera berbunga lagi sehingga secara umum dalam satu tahun pohon tembesu berbuah 3 kali. Pembuahan dan pembungaan tembesu antar cabang dalam satu pohon dan antar pohon di dalam populasi cenderung bersamaan. Dalam satu tahun pohon tembesu berbuah 3 kali yang relatif bersamaan, yaitu pada sekitar bulan Mei, sekitar bulan September dan bulan Januari tahun berikutnya. Periode musim bunga dan musim buah dalam satu tahun (2014) Kabupaten Ogan Ilir dan Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan dapat digambarkan seperti pada Gambar 12. Puncak musim buah terjadi pada bulan September. Pada bulan ini sebagian besar pohon dewasa berbuah lebat. Musim buah lebat ini berada pada musim kering menjelang musim hujan. Hal ini memungkinkan buah tembesu yang jatuh di lantai hutan membusuk dan benih mengalami scarifikasi alami sehingga benih siap berkecambah pada musim penghujan. Pada lahan-lahan berawa yang selalu basah setiap saat, pembuahan tembesu yang terjadi 3 kali selama satu tahun membantu proses regenerasi alami yang terus berlanjut sepanjang tahun.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah secara struktur morfologi bunga tembesu merupakan bunga lengkap dengan bagian-bagian penyusun bunga berada pada satu bunga dan bunga berbatas (*inflorescences cymosa*). Tahap-tahap perkembangan bunga dapat dibedakan menjadi kuncup generatif, kuncup hijau, kuncup putih, bunga mekar, dan bunga layu. Periode waktu dari tunas generatif hingga bunga layu memerlukan waktu 1 bulan. Berdasarkan perubahan ukuran dan warna buah, perkembangan buah dapat dikelompokkan ke dalam 3 tahap yaitu tahap I (fase pasca fertilisasi), tahap II (perkembangan buah) dan tahap III (pematangan buah).

Proses perkembangan buah berlangsung lebih kurang 18-19 minggu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang membiayai penelitian ini melalui anggaran DIPA dengan judul penelitian Fenologi Jenis Jabon Putih (*Anthocephalus cadamba*) dan Tembesu (*Fragaria fragrans* Roxb). Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Hasan Royani dan Emuy Supardi teknisi litkayasa di Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor, serta peneliti dan teknisi dari Balai Litbang LHK Palembang yang telah membantu selama pengamatan morfologi bunga dan buah di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asmaliyah, Imanullah A, Dawiati W. 2012. Identifikasi dan potensi kerusakan rayap pada tanaman tembesu (*Fagraea fragrans*) di kebun percobaan Way Hanakau, Lampung Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 9 (4): 187-194
- Baskorowati L, Pudjiono S. 2015. Morfologi pembungaan dan sistem reproduksi merbau (*Intsia bijuga*) pada plot populasi perbanyak di Paliyan, Gunungkidul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 9 (3): 159-175
- Bartkowska MP, Johnston MO. 2012. Pollinators cause stronger selection than herbivores on floral traits in *Lobelia cardinalis* (Lobeliaceae). *New Phytol* 193: 1039-1048
- Bedane GM, Gupta ML, George DL. 2006. Optimum harvest maturity for guayule seed. *Industrial Crops and Product*. 24: 26-33.
- Castro S, Silveira P, Navarro L. 2008. How flower biology and breeding system affect the reproductive success of the narrow endemic *Polygala vayredae* Costa (Polygalaceae). *Bot J Linn Soc* 157: 67-81.
- Copeland, L.O. 1976. *Principles of seed science and technology*. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota.

- Etcheverry AV, Aleman MM, Fleming TF. 2008. Flower Morphology, Pollination Biology and Mating System of the Complex Flower of *Vigna caracalla* (Fabaceae: Papilionoideae). *Ann Bot* 102: 305-316.
- Harder LD, Johnson SD. 2009. Darwin's beautiful contrivances: evolutionary and functional evidence for floral adaptation. *New Phytol* 183: 530-545.
- Hidayat, Y. 2010. Perkembangan Bunga dan Buah pada Tegakan Benih Surian (Toona Sinensis Roem). *Jurnal Agrikultur* 21 (1): 13-20.
- Hirota SK, Nitta K, Suyama Y, Kawakubo N, Yasumoto AA. 2013. Pollinator-mediated selection on flower color, flower scent and flower morphology of *Hemerocallis*: Evidence from genotyping individual pollen grains on the stigma. *PLoS ONE* 8 (12): e85601. DOI: 10.1371/journal.pone.0117885
- Jun W, Xiang-yang K, Qiang W, Shang-de W. 2009. Pollen development and floral morphology of *Populus pseudo-simonii*. *For Stud China* 11 (2): 99-104
- Jonville MC, Capel M, Frederich M, Angenot L, Dive G, Faure R, Azas N, Ollivier E. 2008. Fagraldehyde, a secoiridoid isolated from *Fagraea fragrans*. *J Nat Prod* 71 (12): 2038-2040
- Junaidah, Muslimin I. 2008. Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) jenis lokal potensial untuk rehabilitasi hutan dan lahan di Sumatera Selatan. Dalam: Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan "Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya", 11 Desember 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Junaidah, Lukman AH, Prakosa D, Nasrun. 2008. Teknik silvikultur tanaman tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.). Dalam: Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan "Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya", 11 Desember 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Junaidah, Premono BT. 2008. Potensi dan prospek industri kerajinan ukiran kayu berbahan kayu lokal di kota Palembang, Sumatera Selatan. Dalam: Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan "Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya", 11 Desember 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Krakos KN, Booth GM, Bernhardt P. 2010. Mechanical vs. Beetle-mediated self-pollination in *Gossypium tomentosum* (Malvaceae), an endangered shrub. *Intl J Insect Sci.* 2: 35-49
- Martin E, Premono BT, Baktiawan A. 2011. Laporan Penelitian Teknik Budidaya Tembesu: Status Pembudidayaan Tembesu. Balai Penelitian Kehutanan Palembang.
- Navarro L, Guitian J. 2002. The role of floral biology and breeding system on the reproductive success of the narrow endemic *Petrocoptis viscosa* Rothm (*Caryophyllaceae*). *Biol Conserv* 103: 125-132
- Parachnowitsch AL, Kessler A. 2010. Pollinators exert natural selection on flower size and floral display in *Penstemon digitalis*. *New Phytol* 188: 393-402.
- Pellegrino G, Bellusci F, Musacchio A. 2010. The effects of inflorescence size and flower position on female reproductive success in three deceptive orchids. *Bot Stud* 51: 351-356.
- Prakosa D, Junaidah, Lukman AH, Nasrun. 2008. Sebaran dan lokasi pengembangan tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb) di Kabupaten Ogan Komering Ilir dan Ogan Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Dalam: Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan "Mengenal Teknik Budidaya Jenis-jenis Pohon Lokal Sumsel dan Upaya Pengembangannya", 11 Desember 2008. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Pramono AA, Rustam E, Ismiati I, Royani H. 2012. Fenologi Jenis Nyawai (*Ficus variegata*), Suren (*Toona sinensis*), dan Kayu Bawang (*Dysoxylum mollisimum*). Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Bogor
- Pramono AA, Rustam E. 2015. Karakteristik morfologi serta perkembangan buah Nyawai (*Ficus variegata* Blume) di Kebun Raya Cibodas. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan* 3 (2): 101-113.
- Putra CAS, Manuri S, Heriyanto, Sibagariang C. 2011. Pohon-Pohon Hutan Alam Rawa Gambut Merang. Merang Redd Pilot Project - German International Cooperation, Palembang.
- Putri KP, Pramono AA. 2013. Perkembangan bunga, buah dan keberhasilan reproduksi jenis saga (*Adenantha pavonina* L.). *Jurnal Hutan Tanaman* 10 (3): 147 - 154.
- Rosalia N. 2008. Penyebaran dan Karakteristik Tempat Tumbuh Pohon Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) (Studi Kasus Di Kawasan Taman Nasional Danau Sentarum Kapuas Hulu Kalimantan Barat). [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rustam E, Pramono AA, Syamsuwida D. 2014. Perkembangan bunga dan buah bambang lanang (*Michelia champaca*). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan.* 2 (2): 67-76.
- Syamsuwida D, Palupi ER, Siregar IZ, Indrawan A. 2012. Flower initiation, morphology, and developmental stages of flowering-fruiting of mindi (*Melia azedarach* L.). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 18 (1): 10-17.
- Sletvold N, Grindeland JM, Agren J. 2010. Pollinator-mediated selection on floral display, spur length and flowering phenology in the deceptive orchid *Dactylorhiza lapponica*. *New Phytol* 188: 385-392
- Sofyan A, Lukman AH, Junaidah, Nasrun. 2013. Peningkatan riap pertumbuhan tanaman tembesu melalui beberapa perlakuan silvikultur. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan: Integrasi IPTEK dalam Kebijakan dan Pengelolaan Hutan Tanaman di Sumatera Bagian Selatan, 2013 Okt 2013, Palembang, Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan, Palembang.
- Tjitosoepomo G. 2005. Morfologi Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ulfah SM, Dorly, Rahayu S. 2016. Perkembangan bunga dan uji viabilitas serbuk sari bunga lipstick *Aeschynanthus radicans* var. 'Monalisa' di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya* 19 (1): 21-32.
- Van der Niet T, Jürgens A, Johnson SD. 2010. Pollinators, floral morphology and scent chemistry in the southern African orchid genus *Schizochilus* South African. *J Bot.* 76: 726-738.
- Wilson TC, Conn BJ, Henwood MJ. 2017. Great expectations: correlations between pollinator assemblages and floral characters in Lamiaceae. *Intl J Plant Sci* 178 (3): 170-187.
- Yingngam B, Brantner AH. 2015. Factorial design of essential oil extraction from *Fagraea fragrans* Roxb. flowers and evaluation of its biological activities for perfumery and cosmetic applications. *Intl J Cosmetic Sci* 37 (3): 272-281.

# Induksi tunas dari protokorm intak dan fase awal perkembangan *Dendrobium phalaenopsis* secara in vitro

## In vitro shoot induction from intact protocorm and early stage development in *Dendrobium phalaenopsis*

ARKAN SETIAJI<sup>1,✉</sup>, NINTYA SETIARI<sup>2</sup>, ENDANG SEMIARTI<sup>3,✉</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Sleman 55281, Yogyakarta, Indonesia. Tel./fax.: +62-274580839, ✉email: arkan.setiaji@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro. Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup>Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Sleman 55281, Yogyakarta, Indonesia. Tel./fax.: +62-274580839, ✉email: endsemi@ugm.ac.id

Manuskrip diterima: 18 Maret 2018. Revisi disetujui: 21 Juni 2018.

**Abstrak.** Setiaji A, Setiari N, Semiarti E. 2018. Induksi tunas dari protokorm intak dan fase awal perkembangan *Dendrobium phalaenopsis* secara in vitro. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 20-27. Anggrek larat (*Dendrobium phalaenopsis* Fitzg.) merupakan flora identitas Provinsi Maluku, Indonesia. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999 tentang pengawetan jenis tumbuhan dan satwa, anggrek ini termasuk dalam 12 spesies anggrek yang dilindungi. Perbanyakkan secara in vitro perlu dilakukan sebagai upaya konservasi dan pemenuhan kebutuhan pasar. Biji ditumbuhkan dalam media Vacin and Went (VW) diperkaya 1,0, 2,0 dan 3,0 g l<sup>-1</sup> pepton. Karakteristik setiap fase yang berkembang pada biji yang berkecambah diamati dan dianalisis. Pengujian kemampuan multiplikasi tunas dilakukan dengan penanaman protokorm intak (utuh) umur 2,7 bulan pada media Murashige and Skoog (MS) dengan penambahan 4,54, 9,08, 13,62 mM Thidiazuron (TDZ) dan 4,44, 13,32, 17,76, 26,64 mM 6-Benzylaminopurine (BAP), dan kontrol. Fase awal perkembangan benih anggrek larat terbagi menjadi 6 fase yang optimal tumbuh pada media VW penambahan pepton 2,0 g l<sup>-1</sup>. Berdasarkan nilai indeks kapasitas pembentukan tunas, penambahan TDZ 9,08 mM optimal digunakan untuk induksi tunas pada protokorm anggrek larat dengan nilai 1,83±0,59.

**Kata kunci:** *Dendrobium phalaenopsis*, fase awal, induksi tunas, protokorm

**Abstrak.** Setiaji A, Setiari N, Semiarti E. 2018. In vitro shoot induction from intact protocorm and early stage development in *Dendrobium phalaenopsis*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 20-27. Anggrek larat (*Dendrobium phalaenopsis* Fitzg.) is the identity flora of Moluccas Province, Indonesia. Based on Government Regulation no. 7 of 1999 on the preservation of plant and animal species, this orchid belongs to 12 species of protected orchids. In vitro propagation needs to be done as a conservation and fulfillment of market needs. Seeds are grown in Vacin and Went (VW) medium-enriched 1.0, 2.0, 3.0 g l<sup>-1</sup> peptone. The characteristics of each of the developing phases in the germinated seed were observed and analyzed. For the establishing of proliferating cultures, intact protocorm of 2.7 months of age were growing on Murashige and Skoog (MS) medium with the addition of 4.54, 9.08, 13.62 mM Thidiazuron (TDZ) and 4.44, 13.32, 17.76, 26.64 mM 6-Benzylaminopurine (BAP), and control. The initial phase of development of seeds is divided into 6 phases that optimally grow on VW media addition of peptone 2.0 g l<sup>-1</sup>. Based on the value of the bud formation capacity (BFC) index, the optimal addition of TDZ 9.08 mM was used for shoot induction in protocorm of *D. phalaenopsis* with value 1.83±0.59.

**Keywords:** *Dendrobium phalaenopsis*, early stages, protocorm, shoot induction

### PENDAHULUAN

Anggrek (Orchidaceae), merupakan familia terbesar dalam kingdom Plantae dengan 800 genera dan beranggotakan 20.000 sampai dengan 30.000 spesies (Godo et al. 2010). Genus *Dendrobium* sendiri memiliki sekitar 1.500 spesies, kebanyakan epifit, dengan keunggulan mudah beradaptasi dengan berbagai cuaca, mudah dibudidayakan, dan memiliki daerah persebaran yang luas (Faria 2010; Lorenzi and Souza 2008). Di antara anggrek spesies yang ada, salah satu diantaranya adalah anggrek larat (*Dendrobium phalaenopsis* Fitzg.).

Keberadaan anggrek ini di habitat aslinya sudah sangat sedikit dan telah ditetapkan menjadi salah satu dari 12 spesies anggrek langka di Indonesia berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999 tentang pengawetan jenis tumbuhan dan satwa. Upaya konservasi untuk mencegah kepunahan dan hilangnya sumber daya genetik, serta pemenuhan kebutuhan pasar terhadap suplai indukan anggrek perlu dilakukan. Dalam hal ini mikropropagasi secara in vitro menjadi solusi yang tepat karena dapat menghasilkan bibit anggrek dalam jumlah banyak, efisien dan seragam.

Dalam kultur *in vitro* diperlukan suatu media yang tepat. Komponen media untuk kultur *in vitro* anggrek secara umum terdiri dari makronutrien, mikronutrien, vitamin, asam amino, myo-inositol dan penambahan zat-zat organik lain yang relatif dibutuhkan dalam jumlah besar. Laju pertumbuhan jaringan tanaman juga dapat ditingkatkan dengan penambahan zat-zat organik kompleks dan ekstrak tanaman (Gnasekaran et al. 2012). Penambahan air kelapa, ekstrak pepaya, ekstrak daging, ekstrak tomat, dan pepton mampu mempengaruhi komposisi nutrisi organik pada media dan menghasilkan faktor-faktor pertumbuhan yang tidak terdefinisi (Molnar et al. 2011). Pepton merupakan hasil hidrolisis dari jaringan tanaman atau hewan yang mengandung asam amino dan vitamin (Nambiar et al. 2012). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan pepton dapat meningkatkan pembentukan formasi tunas dan dalam beberapa kasus, praktis digunakan untuk anggrek (Chen and Chang 2002; Kaur and Bhutani 2012; Ng et al. 2010) dan alpukat (Nhut et al. 2008) terutama untuk mempercepat pembentukan embrio somatik. Hossain et al. (2010) menetapkan  $2,0 \text{ g l}^{-1}$  pepton sebagai konsentrasi yang optimal ditambahkan pada media Mitra dan Phytamax dengan tingkat perkecambahan biji *Cymbidium giganteum* mencapai 100%. Efek positif pepton terhadap pertumbuhan dan perkembangan awal anggrek juga ditunjukkan pada *C. punctatum* (Dutra et al. 2008) dan anggrek terestris *Calopogon tuberosus* (Kauth et al. 2006).

Salah satu faktor penentu keberhasilan perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan adalah perimbangan komposisi media dengan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan (Gunawan 1995). Penambahan sitokinin pada media kultur dapat meningkatkan laju pembentukan dan ukuran zona meristematik (Ioio et al. 2008). Latip et al. (2010) melaporkan bahwa penambahan TDZ 0,45-1,36 mM mampu menginduksi 1-23 protokorm baru hasil embriogenesis somatik sekunder pada protokorm *P. gigantea*. Pada *Phalaenopsis*, penggunaan TDZ secara tunggal lebih efektif daripada BA (Ernst 1994). Pada *P. amabilis* konsentrasi TDZ 2,27 mM optimal menginduksi embriogenesis somatik pada protokorm (Ningrum dkk. 2017). Menggunakan berbagai macam eksplan, Mose et al. (2017) menetapkan konsentrasi 13,62 mM optimal untuk embriogenesis somatik pada *P. amabilis*.

Jenis sitokinin lainnya adalah 6-benzylaminopurine (BAP). BAP telah luas digunakan dan efektif dalam induksi pembelahan sel dan regenerasi tunas (Chawla 2009). Persentase proliferasi tunas tertinggi pada pemberian BAP konsentrasi 4,44 dan 8,88 mM. Pemberian 17,76 mM BAP menyebabkan protokorm yang terbentuk berwarna kekuningan atau kecoklatan (David et al. 2008). Penelitian ini akan menetapkan fase perkembangan tahap awal dan daya multiplikasi tunas anggrek *D. phalaenopsis* pada medium *in vitro* dengan penambahan pepton, TDZ dan BAP.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi dan analisis anatomi dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada bulan Maret s.d. Oktober 2017.

### Cara kerja

#### *Bahan tanaman*

Buah (kapsul) umur 2,5 bulan disterilisasi dengan perendaman dalam alkohol 70% dan dibakar beberapa detik. Perlakuan ini diulang 3 kali. Karpel kemudian dibuka dengan mengiris bagian pinggir midrib kapsul, biji diambil dan disemai pada media perlakuan pepton. Protokorm untuk perlakuan induksi tunas diperoleh dari semai pada perlakuan sebelumnya yang berumur 2,7 bulan.

#### *Pengaruh pepton terhadap perkecambahan biji dan pembentukan protokorm (eksperimen 1)*

Biji ditabur pada media VW (Vacin and Went 1949) dengan berbagai konsentrasi pepton (1,0, 2,0 dan  $3,0 \text{ g l}^{-1}$ ). Media dilengkapi dengan 0,8% agar dan 2,0% sukrosa. pH media diatur pada kisaran 5,2-5,8 sebelum diautoklaf pada suhu  $121^\circ \text{ C}$ , tekanan 103.421 kPa, selama 15 menit. Perkecambahan biji dan perkembangan fase protokorm diamati setiap minggu selama 2 bulan pengamatan. Pada setiap minggu sampel diambil untuk dibuat preparat anatomisnya berdasarkan metode Ruzin (1999).

#### *Pengaruh TDZ dan BAP terhadap induksi tunas protokorm (eksperimen 2)*

Protokorm hasil eksperimen 1 disubkultur pada media MS (Murashige and Skoog 1962) dengan berbagai konsentrasi TDZ (4,54, 9,08, 13,62 mM) dan BAP (4,44, 13,32, 17,76, 26,64 mM). Media dilengkapi dengan 0,2% gellan gum dan 3,0% sukrosa. pH media diatur pada kisaran 5,6-6,3 sebelum diautoklaf pada suhu  $121^\circ \text{ C}$ , tekanan 103.421 kPa, selama 15 menit. Setiap perlakuan diujikan pada 40 protokorm selama 8 minggu, kemudian diukur nilai indeks kemampuan pembentukan tunas (*bud forming capacity* (BFC)).

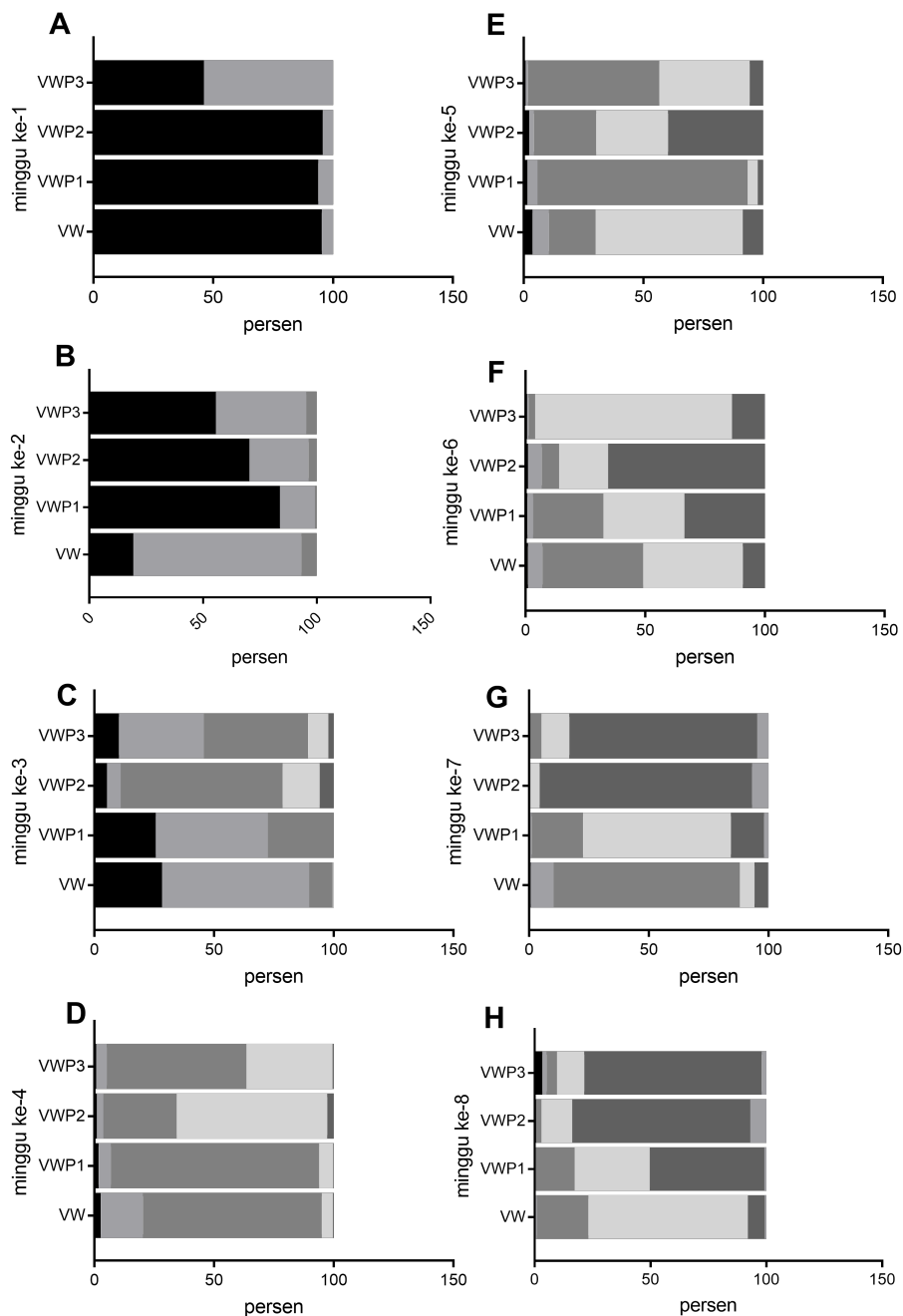
### Analisis data

Data perkecambahan dan perkembangan protokorm dianalisis dengan ANOVA atau Kruskal-Wallis dilanjutkan dengan uji Mann Whitney U atau uji Duncan. Analisis data multiplikasi tunas menggunakan *BFC index* yang dihitung berdasarkan rerata jumlah tunas dan respon persentase eksplan (Hajong et al. 2013).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pengaruh pepton terhadap perkecambahan biji dan pembentukan protokorm (eksperimen 1)*

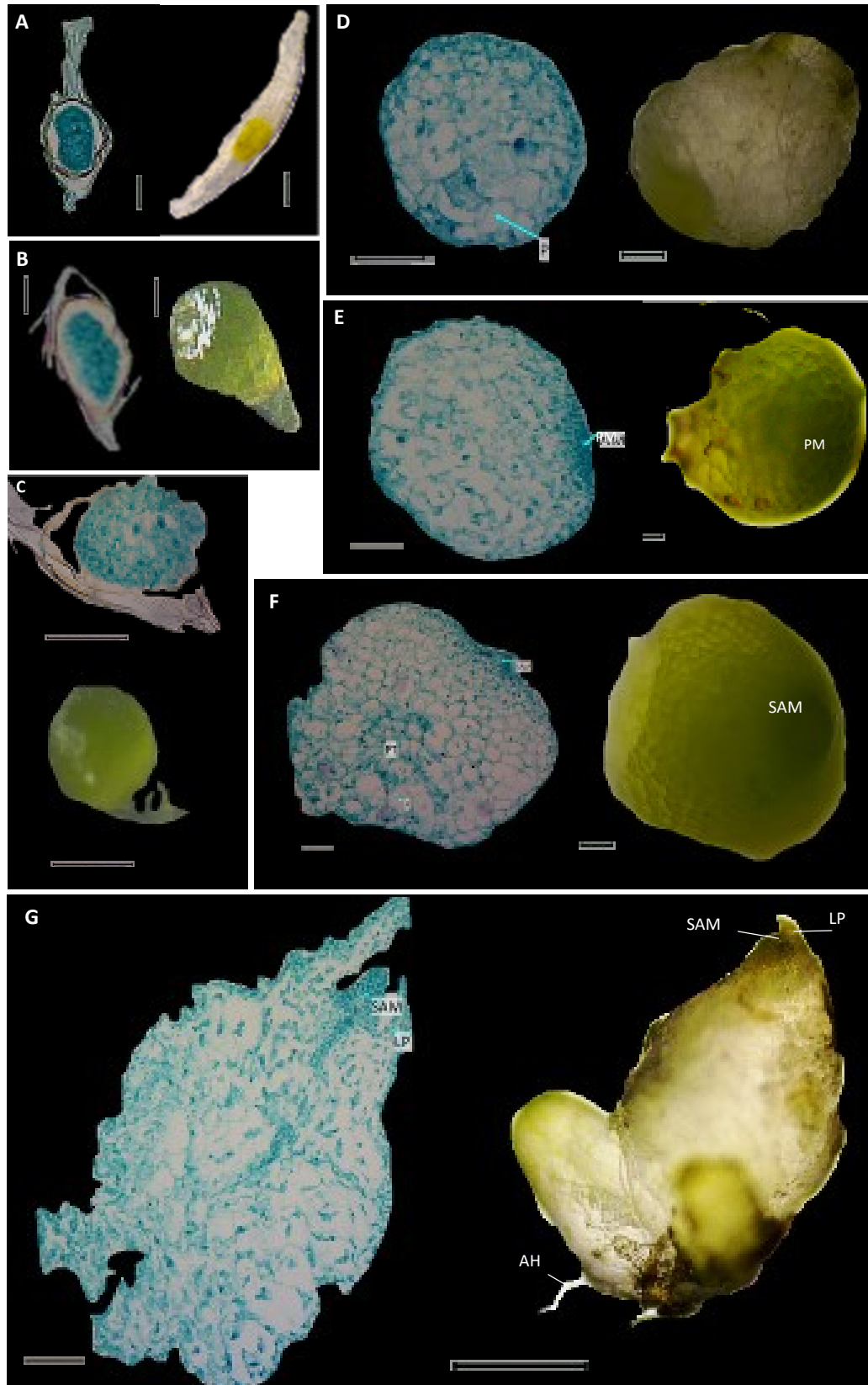
Perkembangan protokorm anggrek *D. phalaenopsis* yang diamati selama 8 minggu menunjukkan adanya 6 fase perkembangan (Gambar 2), adapun rincian perkembangan



**Gambar 1.** Perkembangan fase-fase pasca germinasi selama 8 minggu. Grafik ini menggambarkan fase yang mendominasi dan yang berkurang jumlahnya, berkembang menjadi fase selanjutnya pada setiap minggu pengamatan dan media perlakuan yang diujikan, berturut-turut A-H, minggu ke-1 s.d. minggu ke-8. VW = Vacin & Went (kontrol); VWP1 = VW + 1,0 g l<sup>-1</sup>; VWP2 = VW + 2,0 g l<sup>-1</sup>; VWP3 = VW + 3,0 g l<sup>-1</sup>

setiap fase per minggunya diilustrasikan pada gambar 1. Jumlah protokorm dari masing-masing fase dihitung. Pada minggu ke-8, 68.77% protokorm masih berada pada fase 4 pada media VW; 49.48% pada fase 5 di media VWP1; 76.82% pada fase 5 di media VWP2; dan 76.51% pada fase 5 di media VWP3. Penentuan konsentrasi penambahan pepton yang optimal diperoleh berdasarkan fase 5, dimana fase ini sudah membentuk struktur bipolar dan merupakan fase terbanyak dari 6 fase yang diketahui (Gambar 3).

Selain itu penentuan perlakuan terbaik juga didasarkan atas luas penampang melintang protokorm anggrek larat (Tabel 1). Luas penampang protokorm yang dipilih adalah pada fase 5 usia 8 minggu dan dipilih secara random. Berdasarkan percobaan VWP2 mampu menghasilkan protokorm anggrek larat dengan penampang paling luas. Grafik perbandingan luas protokorm fase 5 juga ditampilkan (Gambar 4).



**Gambar 2.** Fase-fase perkembangan bibit awal anggrek larat. A. Fase 0 (embrio terselubung testa). B. Fase 1 (embrio berkembang berbentuk ovoid). C. Fase 2 (testa pecah dan embrio berbentuk ovoid tumbuh melampui testa). D. Fase 3 (bentuk embrio membulat dan telah terpisah dari testa). E. Fase 4 (zona mersitem apikal terbentuk); F. Fase 5 (protokorm akan membentuk SAM); G. Fase 6 (protokorm dengan primordial daun). T = testa; PM = promeristem; P = parenkim; AM = *apical meristem*; PT = *provascular tissue*; PS = *procambial strand*; SAM = *shoot apical meristem*; LP = *leaf primordia*. Skala (A-F) = 100  $\mu\text{m}$  (G) 500  $\mu\text{m}$

**Pengaruh TDZ dan BAP terhadap induksi tunas protokorm (eksperimen 2)**

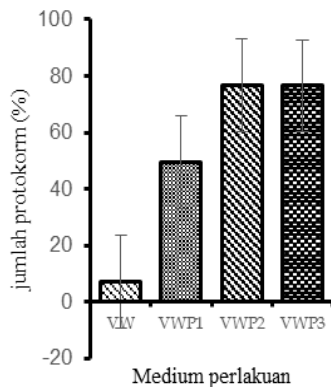
Strategi perbanyak anggrek larat juga dapat dilakukan dengan induksi tunas menggunakan Thidiazuron atau BAP. Menggunakan protokorm intak fase 5 umur 9 minggu selama 8 minggu pengamatan diketahui bahwa nilai BFC tertinggi pada medium MS + pepton 2,0 g l<sup>-1</sup> + TDZ 9,08 mM (Tabel 2). Adapun proses pemunculan tunas adventif disajikan pada Gambar 6.

**Tabel 1.** Luas penampang melintang protokorm fase 5 pada 4 medium penambahan pepton. Protokorm memiliki penampang paling luas pada medium VWP2

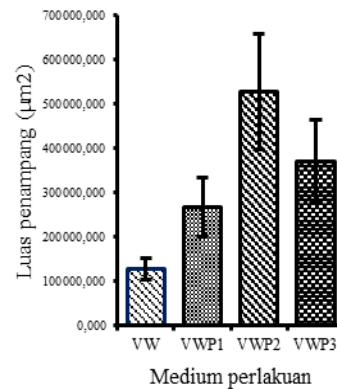
Medium	Protokorm yang dihitung	Rerata luas (µm <sup>2</sup> ) ± SD
VW	40	128340.6805 ± 24167.91
VWP1	40	268334.4855 ± 67031.27
VWP2	40	529008.71175 ± 132974.9
VWP3	40	371584.23925 ± 95689.78

**Tabel 2.** Rerata nilai BFC pada eksplan yang diinduksi thidiazuron dan BAP. Rerata nilai BFC tertinggi 1,13 pada medium MS + pepton 2,0 g l<sup>-1</sup> + TDZ 9,08 mM sedangkan terendah 0,13 pada medium MS + pepton 2,0 g l<sup>-1</sup> + BAP 4,44 mM

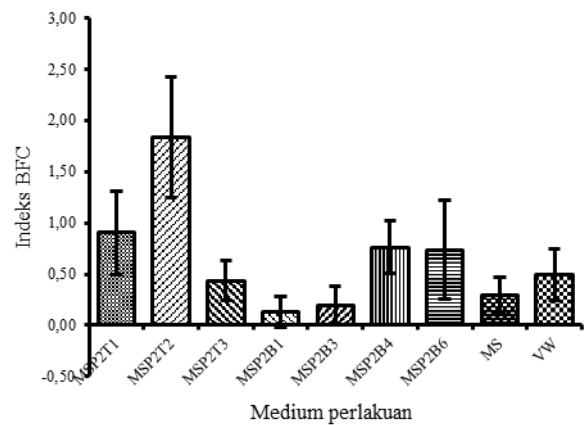
Medium	Rerata BFC ± SD
MSP2T1	0,90 ± 0,40
MSP2T2	1,83 ± 0,59
MSP2T3	0,43 ± 0,20
MSP2B1	0,13 ± 0,15
MSP2B3	0,20 ± 0,18
MSP2B4	0,76 ± 0,26
MSP2B6	0,74 ± 0,49
MS	0,29 ± 0,17
VW	0,49 ± 0,25



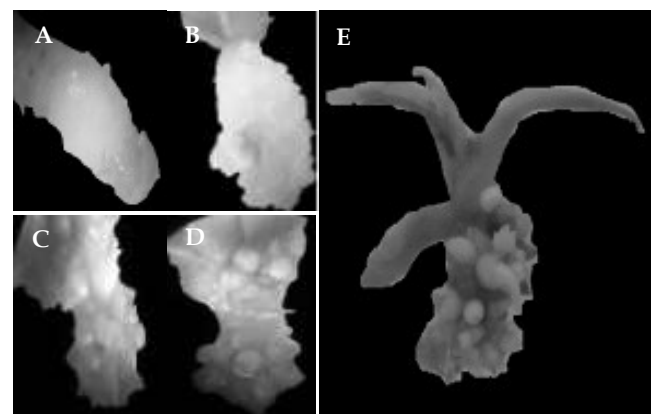
**Gambar 3.** Jumlah protokorm fase 5 pada 4 medium penambahan pepton. VW + pepton 2 g l<sup>-1</sup> memiliki prosentase tertinggi sedangkan medium dasar VW memiliki prosentase terendah.



**Gambar 4.** Perbandingan luas penampang melintang protokorm pada usia 8 minggu. Protokorm memiliki penampang paling luas pada medium VWP2 (µm<sup>2</sup>)



**Gambar 5.** Perbandingan nilai BFC pada berbagai medium perlakuan. Rerata nilai BFC tertinggi 1,13 pada medium MS + pepton 2,0 g l<sup>-1</sup> + TDZ 9,08 mM sedangkan terendah 0,13 pada medium MS + pepton 2,0 g l<sup>-1</sup> + BAP 4,44 mM



**Gambar 6.** Perkembangan tunas adventif pada pangkal eksplan protokorm. A. 2 minggu, pangkal mulai mengalami penonjolan; B. 4 minggu, propagul mulai terlihat; C. 6 minggu, SAM mulai terbentuk; D. 7 minggu, primordia daun berkembang; E. tampilan penuh eksplan pada umur >9 minggu setelah penanaman pertama. Skala = 0,5 cm

## Pembahasan

Studi pendahuluan memperlihatkan bahwa *D. phalaenopsis* sulit untuk berkecambah. Umur kematangan fisiologis biji sulit diprediksi karena biji yang mudah berkecambah adalah yang berwarna putih kekuningan yang seringkali warna valvenya masih kehijauan. Pada umumnya buah anggrek diprediksi matang ketika warna valve kekuningan. Pengamatan secara mendetail bagaimana kondisi embrio *D. phalaenopsis* di dalam testa dalam penelitian ini belum dilakukan. Pada spesies anggrek yang sulit berkecambah, selain adanya kulit biji luar, terdapat selapis kulit lagi bagian dalam yang disebut karapas yang menghasilkan selubung embrio yang rigid saat biji masak (Yamazaki and Miyoshi 2006). Saat biji mulai masak, beberapa senyawa kimia, misalnya, polifenol, bahan kutikular, atau lignin, dapat terakumulasi pada pada kulit biji dan menyebabkan biji yang matang bersifat hidrofobik (Lee et al. 2005). Faktor-faktor ini dapat menyebabkan impermeabilitas benih yang masak dan menghasilkan persentase perkecambahan biji yang rendah (Hsu and Lee 2012). Selain itu, akumulasi asam absisat endogen yang tinggi dalam biji matang juga menghambat perkecambahan biji (Lee et al. 2007). Akibatnya, perbanyakan *in vitro* pada biji yang belum matang sering digunakan untuk memaksimalkan persentase perkecambahan pada beberapa spesies anggrek.

Embrio masak akan mulai berkembang pada umur 2 minggu setelah penaburan (msp) dengan memperbesar volume sehingga berbentuk ovoid. Pada minggu ke-3 akan terjadi peningkatan jumlah fase 3 dimana bentuk protokorm yang membulat dengan sel-sel yang seragam (sel parenkim). Fase-fase perkembangan protokorm secara anatomi tersebut kemudian diperbandingkan dengan tampilan morfologi (Gambar 2). Rambut akar mulai terlihat pada fase 3 dan akar sejati mulai terlihat setelah umur 12 minggu. Selama pengamatan struktur tunas lebih terbentuk dibandingkan dengan perakaran.

Setelah embrio berkembang menjadi fase 1, dalam 2-3 hari akan menjadi fase 2 sehingga pada minggu ke-2 jumlah fase 2 sudah mengalami penurunan. Proses perkecambahan diawali dengan imbibisi. Benih menyerap air dan oksigen yang menyebabkan benih membengkak dan ukurannya meningkat. Pada benih dengan endosperma, enzim yang dikeluarkan akan mengubah pati yang tidak larut menjadi gula terlarut. Namun pada anggrek, kompleksitas komposisi medium *in vitro* sudah cukup untuk mendukung diferensiasi sel. Air tersebut memicu penurunan kadar hormon etilen dan asam absisat sehingga hormon auksin teraktivasi. Auksin berperan dalam mempengaruhi pembelahan sel, pemanjangan sel dan diferensiasi sel (Eibl et al. 2009). Pusat pengorganisasian auksin terletak di dekat ujung anterior embrio, dan auksin akan mengalir ke bagian basal dan membentuk hipofisis, yang merupakan jaringan inisial untuk meristem akar (Su et al. 2011).

Pada sebagian besar angiosperma, meristem embrionik terbentuk selama embriogenesis (tahap jantung (*heart stage*)), yang kemudian membentuk sumbu tunas/akar. Setelah perkecambahan, sel embrio membelah untuk membentuk protokorm, yang dapat berbentuk tuberous,

sphere atau lonjong, dan terdiri dari sel yang tidak terdiferensiasi hingga sekitar dua sampai tiga minggu kemudian, meristem akan memunculkan daun pertama (Vinogradova and Andronova 2002). Daun pertama *D. phalaenopsis* muncul pada minggu ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan awal anggrek sejalan dengan pembentukan meristem tunas yang juga teramati selama pertengahan/akhir embriogenesis pada kebanyakan angiosperma.

Pada medium dengan penambahan pepton, embrio saat masih terbungkus testa sebelum pecah (fase 1 minggu ke-1) sudah berwarna kehijauan (*greenish embryo*). Namun hal ini bukan berarti telah terjadi peralihan dari heterotrof menjadi autotrof dalam waktu singkat. Inisiasi klorofil memang terjadi sejak awal embriogenesis melalui adanya kloroplas embrionik fungsional namun kloroplas ini akan mengalami degenerasi sehingga disebut eoplast (Ruppel et al. 2011).

Protein fotosintesis penting dalam kloroplas terdapat pada lapisan SAM (L1, L2 dan L3) dan primordia daun, yang telah digunakan untuk studi diferensiasi kloroplas dalam jaringan (Charuvi et al. 2012). Lapisan L1, LP dan sebagian besar lapisan L3 pada plastidnya mengandung jejaring pembentukan tilakoid yang juga terdapat protein aktif untuk fotosintesis. Pada *D. phalaenopsis*, SAM telah muncul pada usia 21 hari. Arditi (1992) menemukan kloroplast terbentuk pada 14-21 hari setelah penaburan pada media kultur *in vitro* yang mengandung gula. Terlepas dari fungsi vital mengatur pembelahan sel dan diferensiasi, sitokinin terlibat langsung dalam pembentukan kloroplas oleh sintesis protein kloroplas dan pigmen fotosintetik (Aremu et al. 2012).

Embrio selanjutnya berkembang menjadi protokorm. Protokorm merupakan bentuk peralihan embrio yang belum terdiferensiasi. Protokorm membentuk dua sumbu (bipolar), bagian anterior dan posterior. Selama proses perkecambahan, pecahnya kulit biji memungkinkan protokorm putih mengembang, yang dalam waktu singkat menjadi kehijauan. Protokorm hijau berbentuk bulat dan menghasilkan rhizoid di daerah yang bersentuhan dengan media kultur; sel-sel kecil di daerah yang berlawanan mengalami pembelahan sel untuk membentuk jaringan meristematik. Massa meristematik tersebut menghasilkan tonjolan yang berkembang menjadi daun pertama, dan daun selanjutnya dihasilkan dari meristem ini. Daun ini berbentuk tombak tebal dan memiliki ujung acute. Setelah primordia daun terbentuk, *procambial strand* akan berkembang dan memanjang ke atas ke arah primordia daun serta ke bawah ke arah protokorm, sedangkan akar pertama akan muncul dari sel-sel yang berdekatan dengan tempat munculnya tunas ujung (Arditti 1992). Selama kultur *in vitro*, sejumlah kecil protokorm menghasilkan apeks tunas baru, masing-masing berpotensi sebagai bibit tunggal. Pada fase akhir, mayoritas protokorm ini muncul *absorbing hair* pada bagian posterior protokorm. Tidak seperti tumbuhan lainnya, pada anggrek belum terbentuk *Root Apical Meristem* (RAM) selama perkembangan awal anggrek sehingga peran penyerapan nutrisi digantikan sementara oleh rambut akar (Novero et al. 2008)

Penentuan fase perkembangan awal *D. phalaenopsis* ini berdasarkan perkembangan struktur tunas. Pepton kaya akan kandungan nitrogen dan asam-asam amino. Keberadaan nitrogen berkorelasi positif dengan konsentrasi sitokinin (Kamada-Nobusada et al. 2013; Kiba et al. 2011), khususnya pada tunas apikal namun menghambat biosintesis sitokinin pada tunas lateral (Liu et al. 2011). Sitokinin merupakan fitohormon yang berperan dalam beberapa proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, seperti pertumbuhan tunas dan akar, dominansi apikal dan perpanjangan umur daun (Werner et al. 2003). Sitokinin juga berperan dalam pembentukan klorofil dari prekursor protoklorofil dan asam amino tirosin yang terdapat dalam pepton diketahui berperan dalam perubahan protoklorofil menjadi klorofil sebagai donor proton (Yoshiki et al. 2003; Belyaeva and Litvin, 2007).

Pada perlakuan induksi tunas. Daerah pertumbuhan tunas-tunas adventif ini berada pada pangkal eksplan (Gambar 6). Nilai yang tertinggi pada luas penampang yang diukur tidak mutlak dapat digunakan untuk penentuan pengaruh pepton. Gejala vetrifikasi juga memengaruhi nilai yang didapatkan sehingga tidak representatif dalam melihat biomassa yang terbentuk. Namun dengan besarnya penampang bibit, hara yang terserap diharapkan semakin banyak sehingga dapat mendukung laju pertumbuhan bibit lebih cepat.

Menurut Chen and Chang (2004), lapisan sel epidermal pada bagian posterior protokorm memiliki kemampuan pengulangan embriogenesis. Tunas yang tumbuh pada semua perlakuan TDZ adalah melalui embriogenesis langsung, tanpa tahapan kalus. Eksplan yang berukuran besar menghasilkan jumlah propagul yang lebih banyak namun propagul-propagul yang tertutupi menjadi *browning* kemudian mati. Tidak sepenuhnya eksplan dalam penelitian ini ditanam secara vertikal, eksplan yang merebah dengan daun yang kontak langsung dengan medium juga tidak memunculkan propagul.

Thidiazuron 9,08 mM memberikan nilai BFC tertinggi meskipun secara statistik hasilnya tidak berbeda nyata dengan medium perlakuan yang lain termasuk pada BAP. Beberapa laporan tentang anggrek terutama pada *Dendrobium* telah sepakat bahwa TDZ sangat efektif merangsang pembentukan dan pemanjangan tunas (Parthibhan et al. 2015). TDZ adalah turunan fenil urea, stimulator yang lebih aktif untuk pembentukan tunas karena aktivitas sitokinin yang tinggi dan sifat persistensi yang lebih dalam di jaringan tanaman, hal ini menyebabkan regenerasi berupa pemanjangan dan perakaran tunas (Parthibhan et al. 2015).

Feng and Chen (2014) berhasil melakukan embriogenesis langsung pada intak *Phalaenopsis aphrodite* dengan kemunculan tunas juga pada bagian distal. TDZ 3 mg/L menginduksi embrio somatik terbanyak dari eksplan protokorm. Sedangkan penelitian Feng and Chen (2014) lainnya menemukan bahwa konsentrasi 2,27 atau 4,54 mM TDZ menghasilkan hasil terbaik induksi embriogenesis somatik dari *seedling*. Dari dua penelitian tersebut menyimpulkan bahwa umur eksplan adalah faktor pembatas keefektifan hormon.

Indeks BFC adalah indikator induksi tunas yang efisien karena mempertimbangkan jumlah eksplan yang menunjukkan tunas terinduksi serta jumlah tunas per eksplan (Tandon et al. 2007).

## KESIMPULAN

Tahap awal perkembangan *D. phalaenopsis* terdiri dari 6 fase, yaitu fase 0, fase 1, fase 2, fase 3, fase 5 dan fase 6. Berdasarkan analisis fase-fase perkembangan bibit awal, respon terbaik ditunjukkan oleh penambahan pepton 2 g l<sup>-1</sup>. multiplikasi tunas terbanyak ditemukan pada medium dengan penambahan TDZ 9,08 mM.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai hibah desentralisasi PUPT UGM (Penelitian Unggulan Terapan Perguruan Tinggi) tahun 2017 dengan nomor kontrak 2325/UN1.P.III/DIT-LIT/LT/2017 tanggal 19 April 2017 dan merupakan sub penelitian dari judul “Peningkatan Produksi Bibit Anggrek Unggul Indonesia melalui Pembentukan Embrio Somatik Secara In vitro dengan Bioteknologi” dengan ketua peneliti penulis korespondensi (Dr. Endang Semiarti).

## REFERENCES

- Arditti J. 1992. Fundamentals of orchid biology. John Wiley and Sons, New York.
- Aremu AO, Bairu MW, Doležal K, Finnie JF, Van Staden J. 2012. Topolins: a panacea to plant tissue culture challenges? *Plant Cell Tiss Organ Cult* 108: 1-16.
- Belyaeva OB and Litvin FF. 2007. Photoactive pigment-enzyme complexes of chlorophyll precursor in plant leaves. *Biochemistry* 72: 1458-1477.
- Charuvi D, Kiss V, Nevo R, Shimoni E, Adam Z, Reich Z. 2012. Gain and loss of photosynthetic membranes during plastid differentiation in the shoot apex of *Arabidopsis*. *Plant Cell* 24: 1143-1157.
- Chawla HS. 2009. Introduction to Plant Biotechnology. Oxford and IBH Publishing Company Pvt, New Delhi.
- Chen JT, Chang WC. 2002. Effects of tissue culture conditions and explant characteristics on direct somatic embryogenesis in *Oncidium* ‘Gower Ramsey’. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 69: 41-44.
- Chen JT and Chang WC. 2004. Induction of repetitive embryogenesis from seed-derived protocorms of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosa* Shimadzu. *In vitro Cell Dev Biol Plant* 40 (3): 290-293.
- David D, Gansau JA, Abdullah JO. 2008. Effect of NAA and BAP on protocorm proliferation of Borneo Scented Orchid, *Vanda helvola*. *AsPac J Mol Biol Biotechnol* 16 (3): 221-224.
- Dutra D, Kane ME, Richardson L. 2009. Asymbiotic seed germination and in vitro seedling development of *Cyrtopodium punctatum*: a propagation protocol for an endangered Florida native orchid. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 96: 235-243.
- Eibl R, Werner S, Eibl D. 2009. Disposable bioreactors for plant liquid cultures at Litre-scale. *Eng Life Sci* 9: 156-164.
- Ernst R. 1994. Effects of thidiazuron on in vitro propagation of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* (Orchidaceae). *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 39: 273-275.
- Feng JH, Chen JT. 2014. A Novel In vitro protocol for inducing direct somatic embryogenesis in *Phalaenopsis aphrodite* without taking explants. *Sci World J*. 2014: 263642. DOI: 10.1155/2014/263642.
- Gnasekaran P, Poobathy R, Mahmood M, Samian MR, Subramaniam S. 2012. Effects of complex organic additives on improving the growth of PLBs of *Vanda* Kasem’s Delight. *Aus J Crop Sci* 6 (8): 1245-1248.

- Godo T, Komori M, Nakaoki E, Yukawa T, Miyoshi K. 2010. Germination of mature seeds of *Calanthe tricarinata* Lindl., an endangered terrestrial orchid, by symbiotic culture in vitro. *In vitro Cell Dev Biol Plant* 46: 323-328.
- Gunawan LW. 1995. Teknik Kultur Invitro dalam Hortikultura. Penebar Swadaya, Depok.
- Hajong S, Kumaria S, Tandon P. 2013. Effect of plant growth regulators on regeneration potential of axenic nodal segments of *Dendrobium chrysanthum* Wall. ex Lindl. *J Agric Sci Tech* 15: 1425-1435.
- Hossaina MM, Sharma M, da Silva JAT, Pathak P. 2010. Seed germination and tissue culture of *Cymbidium giganteum* Wall. ex Lindl. *Scientia Horticulturae* 123 (4): 479-487.
- Hsu RC-C, Lee YI. 2012. Seed development of *Cypripedium debile* Rchb. f. in relation to symbiotic germination. *Hortscience* 47 (10): 1495-1498.
- Ioio RD, Linhares FS, Sabatini S. 2008. Emerging role of cytokinin as a regulator of cellular differentiation. *Curr Opin Plant Biol* 11 (1): 23-27.
- Kamada-Nobusada T, Makita N, Kojima M, Sakakibara H. 2013. Nitrogen-dependent regulation of de novo cytokinin biosynthesis in rice: The role of glutamine metabolism as an additional signal. *Plant Cell Physiol* 54 (11): 1881-1893.
- Kaur S, Bhutani KK. 2012. Organic growth supplement stimulants for in vitro multiplication of *Cymbidium pendulum* (Roxb.) Sw. *Hort Sci (Prague)* 39: 47-52.
- Kauth PJ, Vendrame WA, Kane ME. 2006. In vitro seed culture and seedling development of *Calopogon tuberosus*. *Plant Cell Tissue Organ Cult* 85: 91-102.
- Kiba T, Kudo T, Kojima M, Sakakibara H. 2011. Hormonal control of nitrogen acquisition: roles of auxin, abscisic acid, and cytokinin. *J Exp Bot* 62: 1399-1409.
- Latip MA, Rosmah M, Zaleha A, Ting LH, Govindasamy LM, Ripin R. 2010. Effects of N6-benzyladenine and thidiazuron on proliferation of *Phalaenopsis gigantea* protocorms. *Asia Pacific. J Mol Biol Biotechnol* 18 (1): 217-220.
- Lee YI, Lee N, Yeung EC, Chung MC. 2005. Embryo development of *Cypripedium formosanum* in relation to seed germination in vitro. *J Amer Soc Hort Sci* 130: 747-753.
- Lee YI, Lu CF, Chung MC, Yeung EC, Lee N 2007 Developmental changes in endogenous abscisic acid concentrations and symbiotic seed germination of a terrestrial orchid, *Calanthe tricarinata* Lindl J Amer Soc Hort Sci 132: 246-252.
- Mathur G, Nadgouda RS. 1998. In vitro plantlet regeneration of blue pine (*Pinus wallichiana* A.B. Jacks) In: National Symposium on Commercial Aspects of Tissue Culture, Molecular. Biology and Biotechnology of Medicinal Plants, Jamia Hamdard University, New Delhi.
- Molnár Z, Virág E, Ördög V. 2011. Natural substances in tissue culture media of higher plants. *Acta Biologica Szegediensis* 55 (1): 123-127.
- Mose W, Indrianto A, Purwantoro A, Semiarti E. 2017. The influence of thidiazuron on direct somatic embryo formation from various types of explant in *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume orchid. *Hayati J Biosci* 24 (4): 201-205.
- Murashige T, Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15: 473-497.
- Nambiar N, Tee CS, Maziah M. 2012. Effects of organic additives and different carbohydrate sources on proliferation of protocorm-like bodies in *Dendrobium alya* Pink. *Plant Omics J* 5 (1): 10-18.
- Ng C-Y, Saleh NM, Zaman FQ. 2010. In vitro multiplication of the rare and endangered slipper orchid, *Paphiopedilum rothschildianum* (Orchidaceae). *African J Biotechnol* 9 (14): 2062-2068.
- Nhut DT, Thi NN, Bui TKL and Luan VQ. 2008. Peptone stimulates in vitro shoot and root regeneration of avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 115: 124-128.
- Ningrum EFC, Rosyidi IN, Puspasari RR, Semarti E. 2017. Perkembangan awal protocorm anggrek *Phalaenopsis amabilis* secara in vitro setelah penambahan zat pengatur tumbuh  $\alpha$ -naphthaleneacetic acid dan thidiazuron. *Biosfera* 34 (1): 9-14.
- Novero M, Genre A, Szczyglowski K, Bonfante P. 2008. Root hair colonization by mycorrhizal fungi. In: *Plant Cell Monographs*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Parthibhan S, Rao MV, Kumar TS. 2015. In vitro regeneration from protocorms in *Dendrobium aqueum* Lindley - An imperiled orchid. *J Genet Eng Biotechnol* 13 (2): 227-233.
- Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa
- Ruzin SE. 1999. *Plant Microtechnique and Microscopy*. Oxford University Press, Oxford.
- Saborio F, Dvorak WS, Donahue JK, Thorpe TA. 1997. In vitro regeneration of plantlets from mature embryos of *Pinus ayacayuite*. *Tree Physiol* 17 : 787-796.
- Su YH, Liu YB, Zhang XS. 2011. Auxin-cytokinin interaction regulates meristem development. *Mol Plant* 4: 616-625.
- Vacin E, Went FW. 1949. Some pH changes in nutrient solutions. *Bot Gaz* 110: 605-613.
- Vinogradova T and Andronova EV. 2002. Chapter Four - Development of orchid seeds and seedlings. In: *Orchid Biology: Reviews and Perspectives VIII*: Kluwer Academic Publishers, Nederland.
- Werner T, Motyka V, Laucou V, Smets R, Van Onckelen H, Schumüller T. 2003. Cytokinin-deficient transgenic Arabidopsis plants show multiple developmental alterations indicating opposite functions of cytokinins in the regulation of shoot and root meristem activity. *Plant Cell* 15: 2532-2550.
- Yamazaki J, Miyoshi K. 2006. In vitro symbiotic germination of immature seed and formation of protocorm by *Cephalanthera falcata* (Orchidaceae). *Ann Bot* 98: 1197-1206.
- Yoshiki Y, Kanai D, Awai K, Shimojima M, Masuda T, Shimada H, Takamiya K, Ohta H. 2003. Light and cytokinin play a co-operative role in MGDG synthesis in greening cucumber cotyledons. *Plant Cell Physiol* 44 (8): 844-855.

## Review:

# Peran biodiversitas dalam pemuliaan tanaman kehutanan: Studi kasus pada pengembangan varietas baru hibrid *Acacia* (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*)

## The role of biodiversity in forest plant breeding: A case study on the development of new *Acacia* hybrid varieties (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*)

SRI SUNARTI

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Jl. Palagan Tentara Pelajar Km 15 Purwobinangun, Pakem, Sleman 55582, Yogyakarta. Tel.: +62-274-895954, Fax.: +62-274-8960980, email: narti\_nirsatmanto@yahoo.com

Manuskrip diterima: 5 April 2018. Revisi disetujui: 21 Juni 2018.

**Abstrak.** Sunarti S. 2018. Review: *The role of biodiversity in forest plant breeding: a case study on the development of new Acacia hybrid varieties (Acacia mangium x Acacia auriculiformis)*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 4: 28-34. Hutan tropis di Indonesia dan kekayaan keanekaragaman hayati di dalamnya memiliki luasan terbesar ketiga di dunia setelah Brasil dan Kongo dengan 300.000 jenis tumbuhan dan 55% diantaranya merupakan jenis endemik. Salah satu jenis tumbuhan kayu bernilai ekonomi tinggi adalah *Acacia mangium* dan *Acacia auriculiformis*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan sejak tahun 1993 telah meneliti kedua jenis *Acacia* tersebut secara komprehensif. Dalam rangka meningkatkan keanekaragaman hayati, produktivitas dan kualitas kayu serta ketahanan terhadap hama/penyakit, dilakukan perakitan varietas baru *Acacia* melalui hibridisasi secara alami dan buatan. Hibridisasi alami dilakukan dengan membangun kebun benih hibrid (*hybridizing seed orchard*) dan secara buatan dilakukan dengan penyerbukan terkendali di kebun persilangan (*breeding garden*). Dari hibridisasi tersebut telah dihasilkan dua ratusan varietas baru hibrid *Acacia* dengan ciri-ciri morfologi yang bervariasi dan telah diuji di beberapa lokasi di Sumatra dan Jawa Tengah dengan jenis tapak yang berbeda. Beberapa diantaranya merupakan hibrid superior dengan keunggulan berbatang lurus dan bulat dengan percabangan lebih ringan serta peningkatan produktivitas sebesar 17% dibandingkan dengan tetuanya. Selain itu sifat-sifat kayu berupa berat jenis, *wood consumption*, kandungan *cellulose* juga lebih baik dibandingkan dengan tetuanya, yaitu berturut-turut sebesar 402,1 kg/m<sup>3</sup>; 3,52 m<sup>3</sup>/Ton dan 59,9%. Penanda morfologi hibrid juga telah dikuasai dengan tingkat akurasi sebesar 97% dibandingkan penanda molekular SCAR. Perakitan varietas baru hibrid *Acacia* terus dilakukan menggunakan metode *co-improvement*, dengan induk-induk terseleksi dari generasi yang lebih baik.

**Kata kunci:** Keanekaragaman hayati, pemuliaan tanaman, hibridisasi, kebun benih hibrid, kebun persilangan

**Abstract.** Sunarti S. 2018. Review: *The role of biodiversity in forest plant breeding: A case study on the development of new Acacia hybrid varieties (Acacia mangium x Acacia auriculiformis)*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 4: 28-34. Tropical forest biodiversity in Indonesia has the third largest area in the world after Brazil and Congo with 300,000 species of plants and 55% of them are endemic. One species of plant which have a high economic value is *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*. Center for Forest Biotechnology and Tree Improvement Research and Development (BBPPBPTH) since 1993 has developed both those species of *Acacia* comprehensively. In order to improve biodiversity, productivity and quality of wood and resistance to pests/diseases, new *Acacia* varieties were created through natural and artificial hybridization. A natural hybridization was done by establishing a hybridizing seed orchard and artificially carried out by controlled pollination in the breeding garden. From the hybridization has produced two hundreds of new varieties of *Acacia* hybrid with varied morphological characteristics and have been tested in several sites in Sumatra and Central Java with different site condition. Some of them are superior hybrid with straight and rounded trunk with lighter branching and 17% improvement in productivity compared to their parents. In addition, the properties of wood in the form of specific gravity, wood consumption, cellulose content is also better than the parents, that is respectively 402.1 kg/m<sup>3</sup>; 3.52 m<sup>3</sup>/Ton and 59.9%. Hybrid morphological markers have been applied with an accuracy of 97% compared to SCAR molecular markers. The creating of new varieties of *Acacia* hybrids continued to be done using the co-improvement method using selected parent trees from better generations.

**Keywords:** Biodiversity, plant breeding, hybridization, hybrid seed garden, breeding garden

## PENDAHULUAN

Hutan tropis di Indonesia memiliki luas terbesar ketiga di dunia setelah Brasil dan Kongo dengan keanekaragaman hayati terdiri kurang lebih 300.000 jenis tumbuhan dan 55% diantaranya merupakan jenis endemik (Bappenas 2003, KKP 2009). Hal tersebut menjadikan hutan tropis Indonesia penting di mata dunia karena 10% jenis tanaman berbunga dari seluruh permukaan bumi ada di hutan tropis Indonesia, walaupun luasnya hanya 1,3% dari luas seluruh permukaan bumi. Oleh karena itu keanekaragaman hayati hutan tropis Indonesia menjadi pusat perhatian dunia, sehingga pemerintah Indonesia membuat Undang-Undang tentang konservasi sumber daya alam hayati untuk mempertahankan keanekaragaman tersebut.

Undang-undang nomor 5 yang disusun pada tahun 1990 tentang konservasi sumberdaya hayati menyebutkan bahwa kegiatan konservasi tersebut dilakukan melalui beberapa kegiatan, yaitu perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan. Pemanfaatan hutan meliputi manfaat lingkungan, sosial dan ekonomi yang dilakukan tanpa mengurangi fungsi hutan sebagai penyangga kehidupan dan diatur dengan perijinan tertentu. Manfaat ekonomi diantaranya adalah manfaat hasil hutan kayu dan non kayu. Hasil hutan kayu diperoleh dari jenis-jenis yang bernilai ekonomi tinggi dengan pemanfaatan kayu sebagai bahan industri. Salah satu jenis tumbuhan dengan kayu bernilai ekonomi tinggi adalah *Acacia mangium* dan *Acacia auriculiformis*. Kedua jenis tersebut merupakan jenis asli Indonesia yang tumbuh di Indonesia bagian timur, namun demikian untuk memperkaya keanekaragaman genetiknya, jenis-jenis tersebut juga diintroduksi dari Australia dan Papua New Guinea.

Kayu *A. mangium* merupakan bahan baku untuk pembuatan pulp dan kertas yang berkualitas tinggi dan telah dikembangkan di Indonesia dalam skala besar yang dikelola sebagai hutan tanaman industri (HTI) oleh beberapa perusahaan swasta. Dengan berkembangnya industri kertas di Indonesia, maka tuntutan penyediaan bahan baku juga terus meningkat, sehingga peningkatan produktivitas tegakan harus dilakukan. Dalam rangka peningkatan produktivitas tersebut, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPPBPTH) sejak tahun 1993 telah melakukan penelitian tentang kedua jenis *Acacia* tersebut secara komprehensif. Bekerjasama dengan Japan International Cooperation Agency (JICA), BBPPBPTH telah membangun beberapa kebun benih semai *A. mangium* dan *A. auriculiformis* di beberapa wilayah di Kalimantan, Sumatra dan Jawa Tengah (Nirsatmanto 1997). Sejalan dengan pesatnya peningkatan bahan baku dan terbatasnya lahan, maka selain peningkatan produktivitas, peningkatan kualitas kayu, ketahanan terhadap serangan hama/penyakit dan keragaman hayati perlu dilakukan. Dalam rangka meningkatkan keanekaragaman hayati, produktivitas dan kualitas kayu serta ketahanan terhadap hama/penyakit, dilakukan perakitan varietas baru hibrid *Acacia* melalui hibridisasi antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* secara alami dan buatan. Pemuliaan varietas baru hibrid *Acacia* (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) telah dimulai sejak tahun

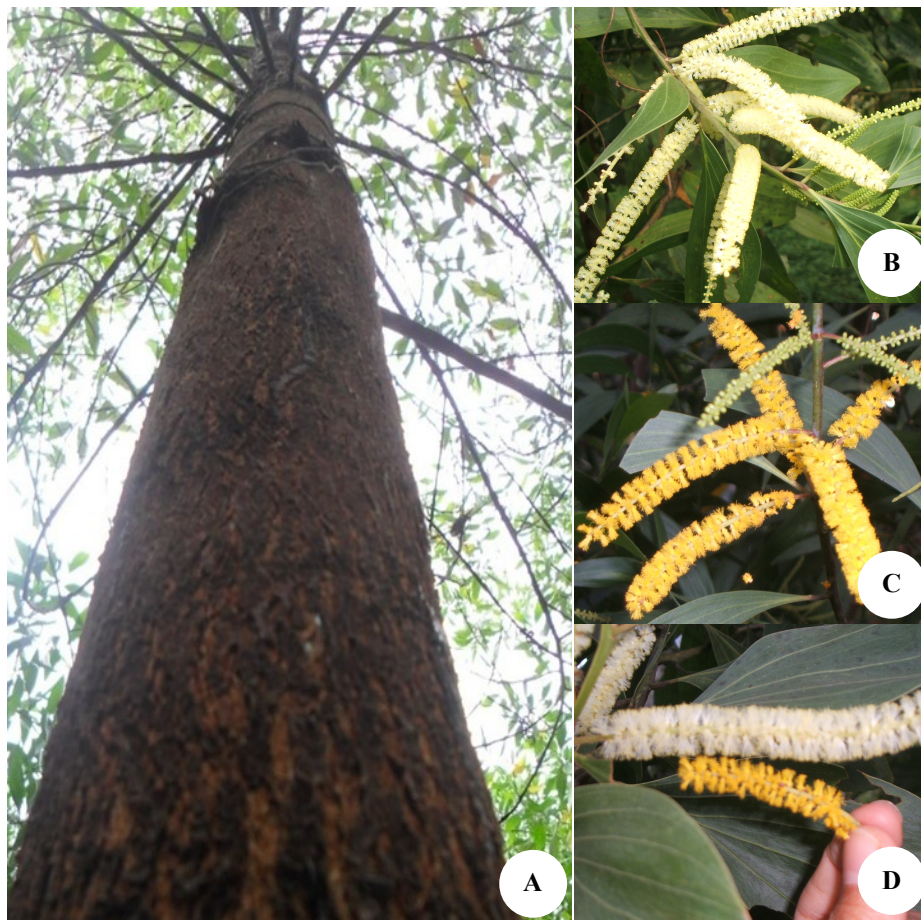
1999 oleh BBPPBPTH dengan membangun plot uji persilangan interspesifik di Wonogiri, Jawa Tengah untuk mendapatkan hibrid alami (Sunarti 2007). Hibridisasi secara buatan juga telah dilakukan pada tahun 2008 dan telah menghasilkan beberapa klon yang berpotensi unggul (Sunarti 2013). Perkembangan pemuliaan hibrid *Acacia* tersebut secara rinci akan disampaikan dalam tulisan ini.

## STRATEGI PEMULIAAN VARIETAS BARU HIBRID *ACACIA*

*Acacia mangium* merupakan jenis tanaman cepat tumbuh dengan bentuk batang bulat dan lurus serta memiliki sifat-sifat yang baik untuk bahan baku pembuatan pulp/kertas yang tumbuh alami di Indonesia bagian timur, Papua New Guineae dan Australia bagian utara (Krisnawati et al. 2011). Di Indonesia jenis ini telah dikembangkan dalam hutan tanaman industri (HTI) dengan sistem tanam tebang habis dengan permudaan buatan. *Acacia auriculiformis* juga merupakan tanaman cepat tumbuh dan kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp dan kertas, namun demikian karena sifat-sifat kayunya, lebih banyak digunakan sebagai kayu perkakas dan pertukangan serta kayu energi (Joker 2000).

Varietas baru hibrid *Acacia* telah diperoleh dengan menyilangkan antara *A. mangium* dengan *A. auriculiformis* secara alami pada tahun 2000an di kebun benih hibrid dan menghasilkan varietas hibrid *Acacia* dengan sifat-sifat gabungan antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* (Sunarti 2007) (Gambar 1.A). Varietas baru hibrid *Acacia* secara buatan juga telah diperoleh dengan penyerbukan terkendali di kebun persilangan (*breeding garden*) BBPPBPTH pada tahun 2008 melalui serangkaian penelitian awal terkait masalah fenologi pembungaan dan metode hibridisasi (Sunarti 2013).

Disamping produktivitas tegakan, pengembangan varietas baru *Acacia* ini didorong oleh kebutuhan akan adanya jenis alternatif disamping jenis pokok *A. mangium* sebagai bahan baku pembuatan pulp/kertas. Dibandingkan dengan jenis induknya, hibrid *Acacia* vigor dilaporkan mempunyai sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan kedua induknya, yaitu pertumbuhan cepat, berbatang bulat dan lurus serta percabangannya ringan (Kha et al. 2012, Kato et al. 2012). Selain itu, sifat-sifat kayunya juga lebih baik sebagai bahan baku pembuatan pulp/kertas dan lebih tahan terhadap serangan hama/penyakit serta mampu tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan (Le dan Ha 2016). Namun demikian, hasil persilangan *A. mangium* dan *A. auriculiformis* tidak selalu menghasilkan hibrid vigor dengan kemungkinan munculnya *hybrid breakdown* (Sunarti 2013). Oleh karena itu untuk menekan munculnya *hybrid breakdown* dan meningkatkan kemungkinan diperolehnya hibrid vigor diperlukan strategi pemuliaan yang tepat. Strategi pemuliaan hibrid *Acacia* telah di Indonesia telah disusun untuk mendapatkan hibrid vigor baik secara alami maupun buatan menggunakan metode *co-improvement* (Sunarti et al. 2013).



**Gambar 1.** Varietas baru hibrid *Acacia* (A), bunga *Acacia mangium* (B), bunga *Acacia auriculiformis* (C), penyerbukan buatan secara langsung (*direct methods*) (D)

Strategi yang diterapkan dalam metode *co-improvement* adalah dengan menggunakan induk-induk terseleksi dalam program hibridisasi, baik secara alami maupun buatan. Hibridisasi buatan dilakukan dalam kebun persilangan (*breeding garden*) dan hibridisasi alami dilakukan dalam kebun benih hibrid (*hybridizing seed orchard*). Hibridisasi buatan dilakukan dengan penyerbukan buatan secara langsung (*direct method*) tanpa emaskulasi yang dikembangkan oleh Sedgley et al. (1992) dengan pemilihan waktu aplikasi yang tepat (Sunarti 2013) (Gambar 1.D). Benih yang dihasilkan dari penyerbukan buatan tanpa emaskulasi dan penyerbukan alami, belum tentu menghasilkan semai hibrid 100%. Munculnya jenis *A. mangium* akan sangat mungkin karena adanya benih hasil penyerbukan sendiri yang terjadi karena tidak dilakukannya emaskulasi atau menghilangkan serbuk dari kuntum bunga. Dari hibridisasi tersebut biasanya juga dihasilkan semai yang tidak normal yang tumbuh dari kecambah yang tidak lengkap (*abnormal*) (Wang 1991) yang disebabkan karena adanya ketidakcocokan antara stigma dan serbuk yang biasa terjadi pada hibrid interspesifik (Chaudary 1984, Agrawal 1998). Ketidakcocokan tersebut selain menyebabkan munculnya

kecambah abnormal juga menyebabkan viabilitas benih yang dihasilkan dari persilangan tersebut relatif rendah. Semai yang berkembang dari kecambah yang tidak normal apabila dipelihara akan menjadi kerdil, dan beruas pendek serta berbatang keras. Semai yang dihasilkan dari hibridisasi buatan tanpa emaskulasi perlu diidentifikasi menggunakan penanda morfologi untuk mendapatkan hibrid putatif dan diverifikasi menggunakan penanda molekuler.

Penanda morfologi yang biasa digunakan untuk mengidentifikasi semai hibrid *Acacia* telah disusun oleh Rufelds (1988) dan disederhanakan oleh Gan dan Sim (1991), yaitu dengan memperhatikan perkembangan bentuk daun pada semai dari munculnya daun sejati pertama sampai dengan munculnya daun semu (*filodia*) yang pertama. Penanda utama semai hibrid *A. mangium* x *A. auriculiformis* adalah tidak adanya daun sejati 4-*pinnates* dan jumlah daun sejati seluruhnya kurang dari 8 buah, sedangkan semai hibrid *A. auriculiformis* x *A. mangium* ditandai dengan adanya rambut-rambut halus (*pubescence*) pada tepi anak-anak daun sejati *bi-pinnate* serta jumlah total daun sejati kurang dari 5. Hasil identifikasi morfologi tersebut kemudian diverifikasi menggunakan penanda

molecular SCAR dengan primer R01 dan M33 (Sunarti 2007). Penanda morfologi tersebut mempunyai tingkat akurasi sangat tinggi (>90%) sehingga verifikasi menggunakan penanda molekuler tidak harus dilakukan, sehingga identifikasi semai hibrid lebih mudah dan cepat dilakukan serta biaya murah (Sunarti 2013; Sunarti et al. 2016).

Semai yang telah terbukti hibrid, bisa langsung di uji di lapangan untuk mengetahui vigoritasnya (*hybrid vigor test*) atau diperbanyak secara vegetatif dengan teknik stek pucuk (*cutting*) atau kultur jaringan (*tissue culture*) untuk menghasilkan bahan tanaman dalam jumlah yang mencukupi sebagai bahan tanaman uji di lapangan (*clonal test*). Perbanyak hibrid *Acacia* dengan teknik stek pucuk telah berhasil dilakukan dengan persen jadi antara 80-100% (Sunarti 2013). Perbanyak hibrid *Acacia* dengan kultur jaringan telah berhasil dilakukan oleh Darus (1991) dan Galiana et al. (2003) menggunakan media induksi Murashig Skoog dan IBA. Gabungan antara teknik stek pucuk dan kultur jaringan merupakan metode yang tepat dalam perbanyak hibrid *Acacia* untuk menghasilkan bahan tanaman yang seragam dalam jumlah besar (Le dan Ha 2016). Perbanyak untuk membuat tanaman pangkas (*stool plant*) dilakukan dengan teknik kultur jaringan dan perbanyak untuk bahan tanaman di lapangan menggunakan teknik stek pucuk. Beberapa kendala yang biasa dihadapi dalam perbanyak vegetatif jenis *Acacia* salah satunya adalah masalah juvenilitas pohon induk (*ageing effect*). Namun demikian, selama ini belum dijumpai laporan tentang kendala umur dalam perbanyak pada pohon induk hibrid *Acacia* umur 3 pada klon-klon tertentu.

Pengujian pertanaman di lapangan yang dikenal dengan uji klon mutlak dilakukan di beberapa lokasi untuk mendapatkan klon hibrid vigor dengan pertumbuhan yang optimal dan stabil serta ripitabilitas tinggi untuk masing-masing lokasi (Libby dan Ahuja 1993). Hasil klon terseleksi tersebut kemudian diuji lagi dengan jumlah tanaman masing-masing klon lebih banyak dan ditanam menggunakan desain tertentu untuk menguji estimasi perolehan genetiknya.

Hasil uji perolehan genetik tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar untuk memperbanyak secara masal klon-klon yang terbukti unggul dan menanamnya dalam skala luas. Salah satu negara di Asia yang telah menanam hibrid *Acacia* dalam skala luas adalah Vietnam (Le dan Ha 2016). Sedangkan negara-negara lain seperti Thailand dan Indonesia masih pada tahapan seleksi dan pertanaman uji (Luangviriyasaeng 2007, Sunarti et al. 2017).

## HIBRID ACACIA DI INDONESIA

Pengembangan hibrid *Acacia* di Indonesia oleh BBPPBPTH dimulai pada tahun 1999 dengan membangun plot uji persilangan interspesifik *A. mangium* x *A. auriculiformis* di Wonogiri, Jawa Tengah untuk menghasilkan hibrid *Acacia* alami (Sunarti 2007). Selain itu kebun benih hibrid *A. mangium* dan *A. auriculiformis*

(*hybrid seed orchard*) dengan pohon induk dari generasi kedua (F2) dan ketiga (F3) juga telah dibangun dan telah memproduksi benih hibrid putatif walaupun pada awal pembungaan benih hibrid *Acacia* yang dihasilkan masih rendah (<1%) (Sunarti et al. 2016). Kebun benih hibrid tersebut, diharapkan ke depan mampu menghasilkan lebih banyak benih hibrid *Acacia* dengan semakin meningkatnya sinkronisasi pembungaan antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis*. Selama ini pembungaan antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* sangat pendek dengan kelimpahan bunga yang tidak berimbang sehingga dari seluruh pohon induk yang berbunga, hanya beberapa pohon induk saja yang mampu menghasilkan benih bernas (Sunarti et al. 2016).

Selain plot uji persilangan interspesifik dan kebun benih hibrid *Acacia*, juga telah dibangun kebun persilangan (*breeding garden*) untuk menghasilkan hibrid *Acacia* buatan dengan melakukan hibridasi buatan atau persilangan terkendali di Arboretum di BBPPBPTH. Dari persilangan buatan tersebut telah dihasilkan sekitar dua ratusan klon hibrid *Acacia* yang berasal dari kurang lebih 9 pasang kombinasi persilangan (Sunarti 2013). Sebanyak 44 klon hibrid *Acacia* diantaranya telah diuji (uji klon) di beberapa lokasi di Indonesia (Jawa Tengah, Riau dan Jambi) oleh BBPPBPTH bekerjasama dengan beberapa perusahaan swasta yang bergerak di bidang industri pulp dan kertas (Sunarti et al. 2017).

Evaluasi awal terhadap parameter pertumbuhan dan sifat-sifat kayunya serta ketahanan terhadap serangan hama/penyakit telah dilakukan. Hasil evaluasi terhadap pertumbuhan awal (1 tahun) menunjukkan beberapa klon diantaranya berpotensi unggul dengan beberapa karakter pertumbuhan cepat, berbatang lurus dan bulat, percabangan lebih ringan serta produktivitasnya meningkat sebesar 14%-17% dibandingkan dengan tetuanya (*A. mangium*) (Sunarti et al. 2013).

Hasil evaluasi awal (umur 2 tahun) hibrid *Acacia* pada lahan *marine clay*, menunjukkan keunggulan sebesar 16-20% dibandingkan jenis *A. crassicarpa*, yaitu jenis yang paling cocok pada lahan tersebut dengan rata-rata tinggi dan diameter berturut-turut sebesar 11,2 m dan 8,6 cm (Sunarti et al. 2017). Selain itu daya turun genetik yang ditunjukkan dengan nilai ripitabilitas klon juga memberikan hasil yang tinggi yaitu 0,91 untuk sifat tinggi dan 0,82 untuk sifat diameter. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa, terdapat klon hibrid *Acacia* yang mampu tumbuh dengan baik pada lahan *marine clay*, yaitu lahan dimana hanya *A. crassicarpa* saja yang mampu tumbuh dengan baik. *Marine clay* merupakan tipe lahan basah yang merupakan daerah bekas genangan (*flooded area*) sehingga tanahnya tergolong basah dan banyak mengandung endapan liat (Siahaan dan Sumadi 2017).

Selain pertumbuhan, klon terbaik juga mempunyai sifat-sifat kayu yang lebih baik, diantaranya adalah berat jenis, *wood consumption*, kandungan *cellulose*, kandungan lignin dan *pulp yield* yaitu berturut-turut sebesar 536,0 kg/m<sup>3</sup>; 3,52 m<sup>3</sup>/Ton; 59,9%; 25% dan 55.1% (Sunarti et al. 2014). Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa kayu hibrid *Acacia* baik sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Sifat lainnya adalah panjang serat, diameter serat,

diameter lumen dan tebal dinding serat berturut-turut sebesar 0,8 mm; 13,9  $\mu$ m; 11,4  $\mu$ m dan 1,8  $\mu$ m (Nurwasih 2015). Nilai turunan dari nilai dimensi serat tersebut berupa rasio Runkel (*Runkel ratio*), rasio Muhlsteph (*Muhlsteph ratio*) (%), daya tenun (*Felting power*), koefisien kekakuan (*coefficient of rigidity*) dan perbandingan fleksibilitas (*flexibility ratio*) berturut-turut sebesar 0,22 (kelas I); 32,63 (kelas I); 51,96 (kelas III); 0,08 (kelas I) dan 0,82 (kelas I). Hasil penelitian tentang berat jenis (Kim et al. 2008) dan kandungan *holocellulosa*,  *$\alpha$ -cellulosa* dan lignin serta panjang serat, pada hibrid *Acacia* lebih baik dibandingkan dengan kedua induknya, sehingga kualitas pulp dan kertas yang dihasilkan juga mempunyai kualitas yang lebih baik (Yahya et al. 2010). Berat jenis yang lebih baik akan berpengaruh pada pengurangan kebutuhan kayu untuk menghasilkan pulp per tonnya (*wood consumption*).

Berdasarkan nilai kualitas serat sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas, kayu hibrid *Acacia* termasuk dalam kelas kualitas II (Departemen Pertanian 1976). Kualitas tersebut setara dengan kualitas kayu *A. mangium* yang merupakan bahan baku utama pembuatan pulp dan kertas di Indonesia, namun demikian jenis tersebut akhir-akhir ini mengalami penurunan produktivitas yang sangat drastis yang disebabkan karena serangan penyakit (Hardiyanto 2015). Varietas hibrid *Acacia* merupakan varietas baru yang berpotensi untuk menjadi bahan baku pembuatan pulp dan kertas dengan potensi tegakan dan kualitas kayu lebih baik dibandingkan dengan *A. mangium*.

Hasil penelitian tentang sifat-sifat fisika dan mekanika kayu hibrid *Acacia* lainnya memberikan hasil yang sama yaitu lebih baik dibandingkan dengan *A. mangium* yaitu tergolong dalam kelas awet sedang (Rokeya et al. 2010). Dengan sifat fisik menengah, maka kayu hibrid *Acacia* juga berpotensi digunakan sebagai bahan baku industri kayu lainnya seperti industri pembuatan mebel atau pertukangan. Sehingga pengembangan hibrid *Acacia* dalam rotasi daur pendek (3-4 tahun) digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas dan dengan rotasi yang lebih panjang (6-8 tahun) kayunya dimanfaatkan sebagai bahan baku industri mebel/pertukangan.

Sampai saat ini upaya pengembangan hibrid yang berpotensi unggul terus dilakukan dan telah sampai pada tahapan pembangunan demo pertanaman (*demo plantation*) dan uji perolehan genetik yang dibangun pada awal tahun 2017. Klon 44 merupakan salah satu klon yang berpotensi paling unggul dibandingkan klon lainnya (Sunarti 2013), dan untuk menguji keunggulannya, maka dilakukan uji perolehan genetik setelah dilakukan uji multi lokasi di beberapa lokasi di Indonesia.

Upaya untuk mendapatkan hibrid *Acacia* alami dari kebun benih hibrid (HSO) yang telah dibangun juga terus dilakukan, dengan cara memanen benih berdasarkan data fenologi pembungaannya. Hanya pohon induk yang berbunga serentak saja yang dipanen, karena kemungkinan terjadinya kawin silang diantaranya pohon induk, hanya terjadi pada saat terjadi sinkronisasi pembungaan diantaranya. Hasil hibrid dari kebun benih hibrid ini diharapkan akan lebih baik dibandingkan yang telah ada, karena pohon induk *A. mangium* merupakan generasi yang lebih baik yaitu generasi kedua (F2) walaupun *A.*

*auriculiformis* masih dari generasi pertama (F1). Cara ini merupakan cara yang lebih mudah dilakukan untuk mendapatkan benih hibrid, walaupun benih yang dihasilkan tidak sebanyak pada penyerbukan buatan. Namun demikian hal ini banyak dilakukan, baik di Indonesia maupun di Negara lain seperti Malaysia dan Vietnam karena lebih mudah dan murah.

Upaya untuk mendapatkan hibrid *Acacia* unggul terus dilakukan setiap tahun dengan membangun kebun persilangan baru dengan pohon induk dari generasi yang lebih baik. Diharapkan dalam beberapa tahun kedepan, akan dihasilkan lebih banyak varietas baru hibrid *Acacia* yang lebih unggul. Pembangunan kebun persilangan (*breeding garden*) dengan pohon induk dari generasi yang lebih baik yaitu *A. mangium* generasi ketiga (F3) dan *A. auriculiformis* generasi kedua (F2) dimaksudkan untuk meningkatkan kemungkinan diperolehnya hibrid *Acacia* yang lebih unggul.

Selain manfaat kayu sebagai bahan baku industri, hibrid *Acacia* juga mampu memperbaiki kesuburan tanah dengan kemampuan akarnya yang tinggi untuk mengikat nitrogen bebas dari udara sebanyak lebih dari lima kali dibandingkan dengan kedua induknya (Le dan Ha 2016). Sehingga dengan kemampuannya tersebut, maka hibrid *Acacia* mampu beradaptasi pada berbagai lingkungan tempat tumbuh. Dengan demikian maka, hibrid *Acacia* juga potensial digunakan dalam program reboisasi dan penghijauan khususnya untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah.

## PERANAN BIODIVERSITAS DALAM PEMULIAAN TANAMAN HUTAN

Keanekaragaman hayati atau biodiversitas, memegang peranan yang sangat penting dalam pemuliaan varietas baru hibrid *Acacia* yaitu sebagai sumber materi genetik pohon induk. Jenis *A. mangium* dan *A. auriculiformis* merupakan pohon induk yang digunakan dalam proses hibridisasi baik buatan maupun alami berasal dari beberapa provenans yang berbeda, baik asli dari Indonesia maupun introduksi dari luar (Australia dan Papua New Guinea) (Sunarti 2013). Masing-masing pohon induk dari provenans yang berbeda tersebut mempunyai sifat-sifat genetik dan fenotipik yang bervariasi baik generasi perama (F1), kedua (F2) maupun ketiga (F3) (Sunarti et al. 2016). Variasi genetik pohon induk di kebun benih dari generasi ke generasi akan selalu terjaga dengan adanya infusi dari generasi sebelumnya.

Hasil persilangan dari dua jenis tersebut menghasilkan varietas baru hibrid *Acacia* dengan sifat yang sangat beragam baik penampilan fenotipnya, pertumbuhannya (Sunarti 2013) maupun sifat kayunya (Sunarti et al. 2014). Penampilan fenotip hibrid *Acacia* bervariasi dari pohon yang kerdil, berbentuk semak sampai pohon yang tinggi dengan bentuk batang lurus, dan sebagian besar adalah berada diantara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* (*intermediet*).

Berdasarkan sifat anatomi, tingkat kesamaan antara *A. mangium* dan *A. auriculiformis* adalah 55,26%, sedangkan tingkat kesamaan antara hibrid *A. mangium* dan *A.*

*auriculiformis* berturut-turut berkisar antara 60,53%-65,78% dan 52,63%-63,16% (Fitriana 2011). Sehingga antara *A. mangium*, *A. auriculiformis* dan hibrid *Acacia* merupakan jenis yang berbeda karena mempunyai tingkat kesamaan kurang dari 75%. Hubungan kekerabatan hibrid *Acacia* (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) lebih dekat dengan induk betina dibandingkan dengan induk jantannya.

Keanekaragaman jenis *Acacia* yang sudah ada di Indonesia akan bertambah dengan adanya varietas baru hibrid *Acacia* yang memiliki ciri-ciri genetik dan fenotip gabungan antara kedua induknya. Keberadaan varietas baru hibrid *Acacia*, secara langsung akan memperkaya biodiversitas jenis-jenis tanaman yang ada di Indonesia, khususnya jenis tanaman industri kehutanan. Dengan semakin tingginya kekayaan sumberdaya hayati, maka akan semakin besar peluang untuk memanfaatkan dengan bijak melalui program pemuliaan.

Keanekaragaman sumberdaya hayati merupakan populasi dasar dalam program pemuliaan pohon. Dari populasi dasar tersebut dilakukanlah seleksi terhadap individu-individu tertentu dengan sifat-sifat sesuai dengan tujuan dilakukannya pemuliaan sehingga terbentuklah populasi pemuliaan. Dari populasi pemuliaan dapat dilakukan seleksi lanjutan untuk mendapatkan individu-individu dengan keunggulan tertentu untuk kemudian di saling disilangkan atau hibridisasi untuk menghasilkan individu baru dengan sifat-sifat gabungan dari kedua induknya.

Apakah tanaman hibrid hasil hibridisasi akan menambah variasi genetik atau menambah biodiversitas tanaman yang sudah ada atau tidak, dalam hal ini terdapat dua pendapat yang bertolak belakang. Pendapat pertama menyebutkan bahwa, varietas baru hibrid yang dihasilkan akan memperkaya keanekaragaman hayati dengan terbentuknya kombinasi genetik yang baru dengan fenotipik yang berbeda dengan kedua induknya (Piatnitsky 1960). Pendapat kedua menyebutkan bahwa varietas baru tersebut tidak menambah kekayaan keanekaragaman hayati, karena pada hakekatnya variasi baru yang terbentuk merupakan variasi yang berada diantara kedua induknya atau mengisi kekosongan variasi diantara induknya (Wagner 1969). Dipandang dari jenis allele yang terdapat pada hibrid, maka pada dasarnya allele pada hibrid merupakan gabungan dari kedua induknya dan tidak ada allele yang baru. Namun demikian, secara fenotip, hibrid *Acacia* berbeda dengan kedua induknya dengan variasi yang sangat lebar, dari mirip dengan induk betina sampai mirip dengan induk jantan, walaupun kebanyakan adalah diantaranya (*intermediet*).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Tim Pemuliaan Kayu Pulp (*Acacia*, *Eucalyptus* dan Gerunggang) BBPPBPTH (Dr. Arif Nirsatmanto dan tim), ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Sinarmas Forestry (PT. Arara Abadi dan PT. Wirakarya Sakti) atas bantuan dan dukungannya dalam pengembangan hibrid *Acacia* di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal RL. 1998. Fundamental of plant breeding and hybrid seed production. Science Publisher Inc., USA.
- Bappenas. 2003. Strategi dan rencana aksi keanekaragaman hayati Indonesia. Dokumen Nasional, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Chaudary RC. 1984. Introduction to Plant Breeding. Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi.
- Darus HA. 1991. Micropropagation technique for *Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*. In: Carron LT. and Aken KM (eds). Breeding technologies for tropical *Acacias*. ACIAR Proceeding 37:119-121.
- Departemen Pertanian. 1976. Vademecum Kehutanan Indonesia. Direktorat Jenderal Kehutanan.
- Fitriana V. 2011. Perbandingan struktur anatomi antara *Acacia mangium* Willd. (Pedley), *Acacia auriculiformis* A. Cunn dan hibridnya (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*). [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Galiana A, Goh D, Chevallier MH, Gidiman J, Moo H, Hattah, Japarudin Y. 2003. Micropropagation of *A. mangium* x *A. auriculiformis* hybrids in Sabah. Boist et Forets Des Tropiques 275(1):77-82.
- Gan E, Sim BL. 1991. Nursery identification of hybrid seedlings in open plots. In: Carron LT, Aken KM (eds). Breeding Technologies for Tropical *Acacias*. Canberra.
- Hardiyanto EB, Nambiar EK, Inail MA. 2015. Challenges to site management during large-scale transition from *Acacia mangium* to *Eucalyptus pellita* in short rotation forestry on mineral soil in Sumatera, Indonesia. IUFRO Eucalypt Conference. Zhanjiang. China.
- Joker D. 2000. *Acacia auriculiformis* Cunn. Ex Benth. Seed Leaflet Maret 2:1-3.
- Kato K, Yamaguchi S, Chigira, Ogawa Y, Isoda K. 2012. Tube pollination using stored pollen for creating *Acacia auriculiformis* hybrid. Journal of Tropical Forest Science 24(2):209-216.
- Kim NT, Ochiishi M, Matsumura J. 2008. The Japan Wood Research Society. 54:436-442. DOI 10.1007/s10086-008-0976-2
- Kha LD, Harwood CE, Kien ND. 2012. Growth and wood basic density of *Acacia* hybrid clones at three location in Vietnam. New Forest (43):13-29. DOI 10.1007/s 1056-011-926-
- KKP. 2009. Data pokok kelautan dan perikanan. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Acacia mangium* Willd. Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. CIFOR, Bogor.
- Le DK, Ha HT. 2016. Research and development of *Acacia* hybrids for commercial planting in Vietnam. Life Science Agriculture 1(1).
- Libby WJ, Ahuja MR. 1993. The Genetics of Clones. Springer-Verlag, Germany.
- Luangviriyasaeng V. 2007. Current situation and potential of *Acacia* plantation for pulp industry. NFT News (10)1.
- Nirsatmanto A. 1997. Penelitian pemuliaan pohon 5 jenis tanaman cepat tumbuh (fast growing species) melalui pembangunan Kebun Benih Semaai Uji Keturunan generasi I di BBPPBPTH. In: Prosiding eskpose hasil penelitian dan pengembangan pemuliaan pohon, Yogyakarta, 22-23 Desember 1997. Pp 184-196.
- Nurwasis MD. 2015. Variasi proporsi sel dan dimensi serat pada letak aksial dan radial kayu akasia hibrida (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) dari KHDTK Wonogiri, Jawa Tengah. [Skripsi]. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Piatnitsky SS. 1960. Evolving new forms of oaks by hybridization. Fifth Worlds Forest Congress, Washington, United States of America, 29 Agustus- 10 September 1960.
- Rokeya UK, Hossain MA, Ali MR, Paul SP. 2010. Physical dan mechanical properties of hybrid *Acacia* (*A. auriculiformis* x *A. mangium*). Journal of Bangladesh Academy of Sciences 32(2):181-187.
- Rufelds CW. 1988. *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* and hybrid *A. mangium* x *A. auriculiformis* seedling morphology study. FRC Publication 41. Forest Research Center Publication, Malaysia.
- Siahaan H, Sumadi A. 2017. Serapan karbon hutan tanaman krasikarpa pada lahan basah di kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatrana 1(1):33-41.
- Sedgley M, Harbard J, Smith RM, Wickneswari R, Griffin AR. 1992. Reproductive Biology and Interspecific Hybridization of *Acacia mangium* Willd. and *A. auriculiformis* A. Cunn. Ex. Benth (Leguminosae:Mimosoideae). Australian Journal Botany 40: 37-48.

- Sunarti S. 2007. Identifikasi benih dan semai hybrid (*A. mangium* × *A. auriculiformis*) dan (*Acacia auriculiformis* x *Acacia mangium*) menggunakan penanda morfologi dan molecular SCAR (*Sequenced Characterized Amplified Region*). [Thesis]. Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Sunarti S. 2013. Breeding strategy of *Acacia* hybrid (*A. mangium* × *A. auriculiformis*). [Disertasi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sunarti S, Na'iem M, Hardiyanto EB, Indrioko S. 2013. Breeding strategy of *Acacia* hybrid (*A. mangium* x *A. auriculiformis*) to increase forest plantation productivity in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Management* 19(2);128-137.
- Sunarti S, Akbar OT, Ruspandi, Setyaji T, Nirsatmanto A. 2014. Variasi kualitas kayu dan produktivitas pulp beberapa klon akasia hibrida. In: Widyatmoko AYPBC, Nirsatmanto A, Baskorowati L, Mahfudz, Prabawa S (eds) Seminar Nasional Benih Unggul untuk Hutan Tanaman, Restorasi Ekosistem, dan Antisipasi Perubahan Iklim, Yogyakarta, 19-20 November 2014.
- Sunarti S, Praptoyo H, Nirsatmanto A. 2016. Karakterisasi serat kayu hibrid *Acacia* (*Acacia auriculiformis* x *Acacia mangium*) sebagai bahan baku pulp. *Jurnal Pemuliaan Hutan Tanaman* 10(2).
- Sunarti S, Budiyanah, Nirsatmanto A. 2017. Evaluasi pertumbuhan varietas baru *Acacia* hibrida (*Acacia mangium* x *Acacia auriculiformis*) pada lahan marine clay di Jambi. Seminar Nasional Masyarakat Silviculture Indonesia, Banjarbaru, 23-24 Agustus 2017.
- Wagner WH. 1969. The role and taxonomic treatment of hybrids. *Bioscience* 19(9):785-795.
- Wang BSP. 1991. Evaluating, interpreting and reporting seedling test result. In: Standar germination test. ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre, Thailand.
- Yahya R, Sugiyama J, Gril J. 2010. Some anatomical features of *Acacia* hybrid, *A. mangium* and *A. auriculiformis* grown in Indonesia with regard to pulp yield and strength paper. *Journal of Tropical Forest Science* 33(3): 343-351.

# Deteksi molekuler gen 18s RNA putatif pada *Trichodina* spp. yang mempengaruhi larva gurami (*Osphronemus gouramy*) di Banyumas, Jawa Tengah

## Molecular detection gene 18s RNA putatif on *Trichodina* spp. which influence gourami larvae (*Osphronemus gouramy*) in Banyumas, Central Java

ROKHMANI<sup>✉</sup>, ENDANG ARIYANI, DANIEL JOKO WAHYONO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Jl. Dr. Suparno 63, Purwokerto, Banyumas 53122, Jawa Tengah. Tel.: +62-281-638794, Fax.: +62-281-631700. ✉email: rokhmanitatiek@gmail.com.

Manuskrip diterima: 3 April 2018. Revisi disetujui: 26 Juni 2018.

**Abstrak.** Rokhmani, Ariyani E, Wahyono DJ. 2018. Deteksi molekuler gen 18s RNA putatif pada *Trichodina* spp. yang mempengaruhi larva gurami (*Osphronemus gouramy*) di Banyumas, Jawa Tengah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 35-38. *Trichodina* spp. adalah patogen ektoparasit dari kelompok ciliata. Infeksi *Trichodina* spp. ini akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan ikan dan penurunan produksi ikan, sehingga menghasilkan nilai jual ikan yang rendah. Tingkat kejadian *Trichodina* spp. yang menginfeksi gurami di Bantul, Yogyakarta bisa mencapai 100%. Penelitian telah dilakukan untuk menentukan *Trichodina* spp yang mana. Protozoa yang menginfeksi benih ikan gurami Desa Beji Kedungbanteng Banyumas setelah deteksi gen RNA 18S. Metode pendeteksian gen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Polymerase Chain Reaction (PCR). Penelitian dilakukan dengan metode pengambilan sampel ikan Gurami dengan purposive sampling yang diperoleh dari Desa Beji Kedungbanteng Banyumas. Molekul observasi dilakukan deteksi gen 18S rRNA. Hasil penelitian diperoleh persentase 10% deteksi gen 18S rRNA dari spesies *Trichodina paraheterodontata* yang menginfeksi ikan gurami di Desa Beji, Kedungbanteng, Banyumas. Tingkat persentase deteksi gen ini rendah bila dibandingkan dengan hasil deteksi. gen 18S rRNA *T. paraheterodontata* yang menginfeksi ikan gurame di Banjarnegara.

**Keywords:** Banyumas, gen 18s RNA, ikan gurami, *Trichodina*, *Trichodina paraheterodontata*

**Abstract.** Rokhmani, Ariyani E, Wahyono DJ. 2018. Molecular detection gen 18s RNA putatif on *Trichodina* spp. which influence gurami larvae (*Osphronemus gouramy*) in Banyumas, Central Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 35-38. *Trichodina* spp. are ectoparasitic pathogens of ciliata group to infection of *Trichodina* spp. this will lead to inhibition of fish growth and decreased fish production, resulting in low fish selling value. The rate of occurrence of *Trichodina* spp. that infects gurami in Bantul, Yogyakarta can reach 100%. Research has been conducted to determine which one *Trichodina* spp. Protozoa that infects the gourami seeds of Village Beji Kedungbanteng Banyumas following detection of 18S RNA gene. Gene detection method used in this research is Polymerase Chain Reaction (PCR). This research is done following these methodes sampling of Gurami fish with purposive sampling which obtained from Village Beji Kedungbanteng Banyumas. Molecular character obervation following detection of 18S rRNA gene. This result, study obtained 10% percentage of detection of 18S rRNA genes of the species of *Trichodina paraheterodontata* that infect on the gourami fish of Village Beji Kedungbanteng Banyumas. The percentage rate of detection of these genes is low when compared with the results of the detection of 18S rRNA *T. paraheterodontata* gene that infects gourami fish in Banjarnegara.

**Keywords:** 18s RNA gene, Banyumas, gurami fish, *Trichodina*, *Trichodina paraheterodontata*

### PENDAHULUAN

*Trichodina* spp. adalah ektoparasit patogen dari golongan ciliata yang biasa menyerang ikan air tawar dan laut, berbentuk bundar dengan sisi lateral berbentuk lonceng, memiliki cincin dentikel sebagai alat penempel dan memiliki silia di sekeliling tubuhnya. Ektoparasit ini diketahui sebagai penyebab kematian benih ikan Mas (*Cyprinus carpio*), ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*), ikan Rainbow trout (*Salmo gairdneri*), ikan Salmon (*Salmo salar*), termasuk ikan gurami. Kerugian dari infeksi ektoparasit memang tidak sebesar kerugiannya namun

infeksi ektoparasit dapat menjadi salah satu faktor predisposisi bagi infeksi organisme patogen yang lebih berbahaya (Rokhmani 2009).

*Trichodina paraheterodontata* diidentifikasi pertama kali oleh Duncan (1977), dan telah diketahui menyerang ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*), dan ikan Tilapia (*Tilapia rendalii*), Sepat (*Trichogaster tricopterus*) (Bosson and Van 2006, ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan Mas (*Cyprinus carpio*) (Albaladejo dan Arthur 1989).

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lacepede) merupakan ikan hasil budidaya, banyak dipilih petani karena mampu berkembangbiak secara alami dan relatif

mudah dalam pembudidayaannya. Banyak diminati masyarakat karena rasanya yang lezat dan gurih. Permintaan pasar terhadap ikan gurami terus meningkat dengan harga cukup tinggi. Secara ekonomis, harga jual ikan gurami relatif stabil.. Banyumas sebagai salah satu kabupaten yang memiliki Produksi ikan gurami sebagai komoditas daerah, baik pembenihan, maupun konsumsi termasuk produksi telur gurami yang siap dipasarkan hampir ke seluruh Indonesia. Hal ini menjadi bukti bahwa kabupaten ini menjadi salah satu sentra budidaya ikan gurami yang ada di provinsi Jawa Tengah.

Karakter morfologi *Trichodina* spp. meliputi diameter tubuh, diameter cincin dentikel, diameter disc perekat, jumlah dentikel dan lebar membran *Trichodina* spp. Masalah yang muncul adalah banyaknya spesies bias (*cryptic spesies*) dan masalah tersebut dapat diatasi menggunakan karakter molekuler, namun untuk mengidentifikasi suatu organisme menggunakan teknik molekuler belum banyak dilakukan. Beberapa teknik molekuler telah dikembangkan untuk melacak adanya urutan DNA spesifik dari organisme tertentu, contohnya penggunaan urutan gen 18S rRNA untuk menentukan hubungan kekerabatan suatu organisme. secara umum gambaran morfologi.

Gen 18S rRNA sering digunakan untuk studi filogenetik karena mempunyai daerah yang lestari (*conserved*) untuk pencirian organisme bersangkutan, sehingga menjadi urutan basa nukleotida petanda (*signature sequence*) suatu organisme. Gen 18S rRNA memungkinkan untuk digunakan dalam mengkonstruksi pohon filogenetik yang menunjukkan kekerabatan suatu organisme (Suwanto 2011). Penelitian molekuler amplifikasi gen 18S rRNA parsial dapat digunakan untuk melakukan identifikasi secara spesifik *Trichodina paraheterodenta* (Tang et al. 2013). Bagaimana karakter molekuler *Trichodina* spp. yang diisolasi dari ikan gurami milik petani ikan Desa Beji, Kecamatan Kedungbanteng, Banyumas dan Berapakah jumlah keberadaan *T. paraheterodentata* yang menginfeksi benih gurami dengan deteksi gen 18S RNA ?

Tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui karakter molekuler *Trichodina* spp. yang diisolasi dari ikan gurami milik petani ikan Desa Beji Kecamatan Kedungbanteng Banyumas dan mengetahui berapa prosentase gen 18S RNA *Trichodina* spp. yang menginfeksi benih gurami. Manfaat Dapat memberikan informasi hasil dari deteksi gen 18S RNA putatif *Trichodina* spp. yang menginfeksi benih ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lacepede) milik petani ikan Desa Beji Kecamatan Kedungbanteng Banyumas sebagai mapping kejadian penyakit parasit sebagai upaya pengendalian dini penyakit tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah sampel, *tissue*, sarung tangan, masker, *dissection kit*, mikropipet, Erlenmeyer, timbangan digital, autoklaf, refrigator, *freezer*, mesin PCR (PQLAB), elektroforesis kit, *slide glass*, *vortex*, Mikroskop, *Cavity slide*, *centrifuge* dan

*water bath*, kamera. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Trichodina* sp. dari benih gurami milik petani ikan Desa Beji, Kecamatan Kedungbanteng, Banyumas, NLS (*Nuclei Lysis Solution*), RNase solution, PPS (*Protein Precipitation Solution*), Isopropanol, DNA Rehydration Solution, Alkohol 70%, TBE 1x, Agarose, EtBr, akuades, sarung tangan, Promega Kit, Master mix, PCR mix (Primer F, Primer R, template DNA, ddH<sub>2</sub>O), Microcrystal tips rack, Microcrystal tips 0,5-10 uL, *Yellow* tips 200 uL, *Blue* tips 1000 uL, Microtube 1,5 mL.

Penelitian telah dilakukan dengan menggunakan metode survai dengan teknik pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Benih gurami milik petani ikan Desa Beji Kecamatan Kedungbanteng Banyumas, di masukkan kedalam wadah plastik kemudian dibawa ke Laboratorium Parasitologi, di isolasi. Sampel yang diambil di isolasi genomic DNA di Laboratorium Molekuler Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman dan dilakukan ekstraksi DNA dan PCR.

Pembuatan preparat menggunakan metode rentang diawali dengan mengisolasi ikan gurami dengan mengamati bagian sirip ekor ikan, preparat ditempelkan pada *glass slide* untuk diamati morfologinya menggunakan mikroskop cahaya, kemudian sirip ikan yang terdapat *Trichodina* spp. di pindahkan dan direndam dalam tube yang berisi larutan PBS. Pembuatan preparat dilakukan untuk mengetahui ada dan tidaknya *Trichodina* spp. pada sirip ikan, sehingga memudahkan untuk mengidentifikasi dan ekstaksi DNA (Woo 2006). Isolasi Genomic DNA *Trichodina* sp. dengan langkah-langkah kerja: Pellet (*Trichodina* sp.) di tambahkan 600 µL Nuclei lysis Solution kedalam tube 1,5 (homogenkan 10 detik), 3 µL RNase ditambahkan kedalam jaringan yang sudah diberi *Nuclei Lysis Solution* setelah itu di homogenkan, inkubasi didalam water bath dengan suhu 37°C selama 5-10 menit, ditambahkan 200 µL Protein Prespitasi Solution, dan di vortex selama 10 detik, inkubasi didalam lemari es dengan suhu -20°C selama 5 menit, sentrifugasi suhu 4°C dengan kecepatan 13.000 rpm selama 4 menit, supernatan pada bagian atas di ambil lalu dipindahkan ke dalam tube 1,5 yang baru, ditambahkan 600 µL isopropanol ke dalam tube yang sudah dipindahkan (homogenkan dengan cara di bolak-balik), sentrifugasi 13.000 selama 1 menit dengan suhu 4°C, supernata pada bagian atas dibuang, supernata yang dibawah di tambahkan 600 µL Ethanol 70% (homogenkan), sentrifugasi suhu 4°C 13.000 rpm selama 1 menit, ethanol dibuang lalu dikeringkan selama 30 menit, dan ditambahkan 100 µL DNA Rehydration solution lalu di inkubasi pada suhu 20°C (over night).

Amplifikasi gen 18S rRNA dari *T. paraheterodentata* dilakukan menggunakan teknik PCR. Primer yang digunakan adalah primer *Forward* (5' -AAC CTG GTT GAT CCT GCC ATG- 3') dan primer *Reverse* (5' -TGA TCC TTC TGC AGG TTC ACC TAC-3') yang menghasilkan ampikon DNA yang berukuran 600 pb (Tang et al. 2013). Langkah kerjanya adalah sebagai berikut: Pembuatan campuran PCR (PCR *mix*) dalam volume 15 µL pada tabung eppendorf (1,5 mL) Amplifikasi dilakukan pada mesin Thermocycler (PeqLab) dengan kondisi PCR yang digunakan untuk

mengamplifikasi gen 18S rRNA sebanyak 35 siklus, adalah sebagai berikut: tahap pra-denaturasi pada suhu 95°C selama 5 menit, denaturasi pada suhu 95°C selama 1 menit, *annealing* pada suhu 61°C selama 1 menit 30 detik, ekstensi pada suhu 72°C selama 1 menit, dan pasca ekstensi pada suhu 72°C selama 5 menit. Visualisasi amplicon DNA dengan teknik elektroforesis gel Agarose (1%) menghasilkan amplicon DNA yang berukuran 600 pb.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

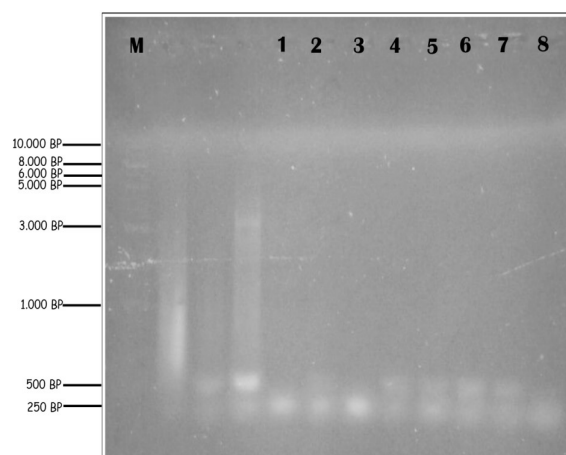
Morfologi gambaran bagian-bagian tubuh *T. paraheterodontata* menunjukkan beberapa ciri dan bentuk dentikel yang bervariasi, yaitu memiliki ujung *blade apex* yang berbentuk tumpul dan bentuk *denticle ray* yang meruncing lurus namun lebih tebal. Hasil penelitian *T. paraheterodontata* yang ditemukan pada benih ikan gurami pada bagian sirip ekor. Penelitian Rokhmani et al (2015) jenis *Trichodina* sp. pada benih gurame pada Kabupaten Banyumas, Banjarnegara dan Purbalingga adalah spesies *Trichodina* sp. yang ditemukan adalah *Trichodina nobilis*, *Trichodina reticulata*, *Tichodina acuta*, *T. paraheterodontata*, *Trichodina magna*, *Trichodina pediculus*, dan *Trichodina nigra* (Rokhmani et al. 2015). Tubuh *Trichodina* spp. berbentuk bulat dan didukung oleh cincin kaku cakram yang saling berhubungan disebut *chitinoid* (Durborow 2003). Kemampuan menginfeksi *Trichodina* spp., pada benih ikan berkaitan dengan struktur dan morfologi cincin dentikel *Trichodina* spp. (Kabata, 1985). Struktur dan morfologi cincin dentikel merupakan karakter morfometrik *Trichodina* spp. yang dapat digunakan untuk menentukan jenis *Trichodina* spp. Salah satu karakter ukuran morfometrik dari *Trichodina* spp. berupa ujung dentikel. Ujung dentikel dari *Trichodina* spp. ada dua jenis, yaitu berbentuk lancip dan berbentuk tumpul (Windarto et al. 2013).

Hasil pengukuran morfometrik dari *T. paraheterodontata* memiliki karakteristik diameter disc perekat 38-82 µm; diameter cincin dentikel 23-51 µm; jumlah dentikel 20-30. Menurut Albaladejo dan Arthur (1989), jenis *T. paraheterodontata* memiliki karakteristik diameter tubuh 53,0-71,5 µm (57,9 µm ± 3,7); diameter cincin dentikel 24,5-41,2 µm (35 µm ± 4,2); diameter disc perekat 44,0 - 61,0 (52,1 ± 5,4); jumlah dentikel 20-24 (21,8 ± 1,2) dan lebar membran 4,0 -6,5 µm (5,5 µm ± 0,6).

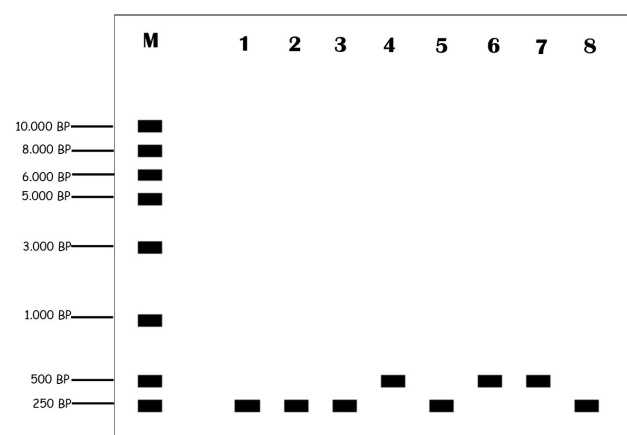
Amplifikasi Gen 18S RNA pada *Trichodina* spp. dari Beji Kedungbanteng Banyumas dilakukan dengan metode PCR. Interpretasinya dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2, Setiap pita menunjukkan bahwa adanya *T. paraheterodontata*.

Hasil isolasi DNA yang telah divisualisasikan pada gel agarosa pada Gambar 2 dan 3, menghasilkan 19 pita DNA berukuran 250 - 500 bp, seluruh pita DNA menunjukkan adanya *T. paraheterodontata* pada ikan gurami yang di ambil dari Beji Kedungbanteng Banyumas. Pita DNA dari keseluruhan terdapat kontaminasi (smear), muncul karena adanya kontaminan RNA atau nuklease. DNA yang utuh ditandai dengan tidak adanya smear DNA yang dielektroforesis. Deteksi gen 18S rRNA pada *Trichodina*

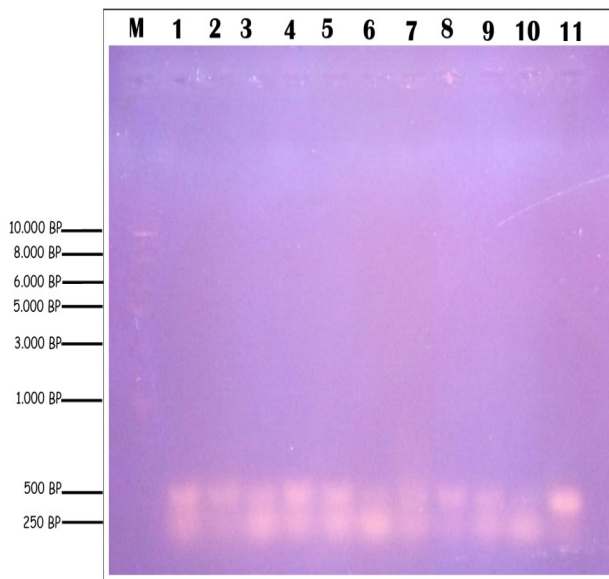
spp. pada benih ikan gurami milik Beji Kedungbanteng Banyumas ditemukan *T. paraheterodontata* sebanyak 10%. Hasil ini adalah rendah, apabila dibanding pada penelitian Rokhmani (2017) yang mendeteksi gen 18S rRNA pada benih ikan gurami milik petani ikan Rakit Banjarnegara, yaitu 45%. Berdasarkan kondisi lingkungan antara kedua lokasi pengambilan sampel, petani ikan Rakit Banjarnegara lingkungan kurang dibanding Banyumas. Pengamatan terhadap kegiatan pemeliharaan benih ikan gurami di Beji Kedungbanteng, lingkungan perairannya cukup baik sehingga kurang menunjang parasit untuk berkembang biak. Kejadian infeksi *Trichodina* sp. pada inang dipengaruhi oleh kualitas air dan teknik pemeliharaan kolam yang kurang baik, yaitu padat tebar yang tinggi dan kolam yang tenang, tergenang dan tidak berarus.



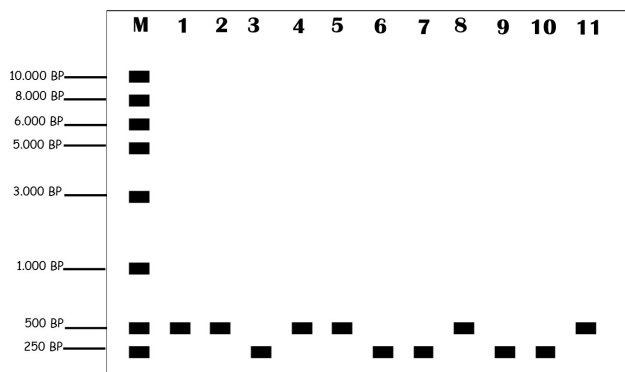
**Gambar 1.** Hasil ekstraksi DNA *Trichodina* spp. pada ikan Gurami Beji, Kedungbanteng, Banyumas. M: Marka; 1: Banyumas 1; 2: Banyumas 2; 3: Banyumas 3; 4: Banyumas 4; 5: Banyumas 5; 6: Banyumas 6; 7: Banyumas 7; 8: Banyumas 8.



**Gambar 2.** Hasil Amplifikasi DNA *Trichodina* spp. pada ikan Gurami Beji, Kedungbanteng, Banyumas. M: Marka; 1: Banyumas 1; 2: Banyumas 2; 3: Banyumas 3; 4: Banyumas 4; 5: Banyumas 5; 6: Banyumas 6; 7: Banyumas 7; 8: Banyumas 8.



**Gambar 3.** Hasil ekstraksi DNA *Trichodina* spp. pada ikan Gurami di Beji, Kedungbanteng, Banyumas. M: Marka; 1: Banyumas 1; 2: Banyumas 2; 3: Banyumas 3; 4: Banyumas 4; 5: Banyumas 5; 6: Banyumas 6; 7: Banyumas 7; 8: Banyumas 8; 9: Banyumas 9; 10: Banyumas 10; 11: Banyumas 11.



**Gambar 4.** Hasil Amplifikasi DNA *Trichodina* spp. pada ikan Gurami di Beji, Kedungbanteng, Banyumas. M: Marka; 1: Banyumas 1; 2: Banyumas 2; 3: Banyumas 3; 4: Banyumas 4; 5: Banyumas 5; 6: Banyumas 6; 7: Banyumas 7; 8: Banyumas 8; 9: Banyumas 9; 10: Banyumas 10; 11: Banyumas 11.

Padat tebar yang tinggi akan menyebabkan ikan saling bersinggungan satu sama lain sehingga parasit akan mudah menular pada ikan yang lain. Hal tersebut sama seperti pernyataan (Kabata 1985) bahwa protozoa *Trichodina* spp. dapat berkembang biak secara cepat, mempunyai penyebaran yang luas, dan merupakan parasit yang umum dijumpai pada ikan air tawar serta dapat menginfeksi berbagai jenis ikan.

Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa presentase deteksi gen 18S rRNA jenis spesies protozoa *T. paraheterodontata* yang menginfeksi benih ikan gurami dari Purbalingga adalah 10%. Angka presentase deteksi gen ini rendah apabila dibandingkan hasil deteksi gen 18S rRNA *T. paraheterodontata* yang menginfeksi benih gurami Banjarnegara (45%). Perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan pengambilan sampel berbeda lokasi dan berbeda umur benih ikan gurami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albaladejo JD, Arthur JR. 1989. Some Trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida) from Fresh Water Fishes Imported into The Philippines. *Asian Fish Sci* 3 (1): 1-25.
- Basson L, Van As JG. 2006. Trichodinidae and Other Ciliophorans (Phylum Ciliophora). In: Woo PTK (ed.). *Fish Diseases and Disorders, Volume 1: Protozoan and Metazoan*. 2nd ed. CAB International Publishing, London.
- Duncan B. 1977. Urceolariid ciliates, including three new species, from cultured Philippine fishes. *Trans. Amer J Micros Soc* 96 (1): 76-81.
- Durborow RM. 2003. *Protozoan Parasites*. SRAC Publication.No. 4701.
- Kabata Z. 1985. *Parasites and Diseases of Fish Cultured in the Tropics*. Taylor and Francis, London.
- Rokhmani, Purwonohadi E, Khasanah S. 2015. Hubungan Kekerabatan protozoa *Trichodina* sp yang menginfeksi benih gurame dari sentra pembenihan di Jawa Tengah dan Pengendaliannya. *Prosiding Semnas-LPPM 5, Unsoed Purwokerto*
- Rokhmani, Riwidharso E, Ariyani E, Darsono, Wahyono DJ. 2017. Hubungan Kekerabatan protozoa *Trichodina* sp yang menginfeksi benih gurame dari sentra pembenihan di Pulau Jawa dan Pengendaliannya. *Prosiding Semnas LPPM 6. Unsoed Purwokerto*
- Rokhmani. 2009. Keragaman dan Tingkat Serangan ektoparasit pada gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) tahap pendederan I dengan ketinggian lokasi pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Biotika* 7 (2): 87-93. Unpad. Bandung
- Suwanto A. 2011. *Keanekaragaman Hayati Mikroorganisme*. Jurusan Biologi FMIPA IPB, Bogor.
- Tang F-H, Zao Y-J, Waren A. 2013. Phylogenetic analysis of Trichodinids (Ciliophora, Oligohymenophora) inferred from 18S rRNA gene sequence data. *Curr Microbiol* 66 (1): 306-311.
- Windarto, R., Adiputra, Y.T., Wardiyanto & Efendi E.. 2013. Keragaman karakter morfologi antara *Trichodina Nobilis* dan *Trichodina reticulata* pada ikan komet (*Carrasius auratus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1 (2):117-126.
- Woo JL. 1995. *Fish Disease and Disorder Parasite*. University of Guelph. Canada.

# Tingkat keragaman fenotipe karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu (*Manihot esculenta*) di Bandar Lampung

## The degree of phenotypic variation of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava (*Manihot esculenta*) at Bandar Lampung

SETYO DWI UTOMO\*, PANCASACHINA YUSARTIKA, LASMI POPY, AKARI EDY, SUNYOTO, ARDIAN

Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145, Lampung, Indonesia. Tel.: +62-721-704946, Fax.: +62-721-770347, \*email: setyo.dwiutomo@fp.unila.ac.id

Manuskrip diterima: 14 April 2018. Revisi disetujui: 26 Juni 2018.

**Abstrak.** Utomo SD, Yusartika P, Popy L, Edy A, Sunyoto, Ardian. 2018. Tingkat keragaman fenotipe karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu (*Manihot esculenta*) di Bandar Lampung. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 39-46. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter morfologi dan agronomi delapan populasi F1 ubi kayu hasil persilangan alami dan/atau self 80 klon tetua. Tetua betina delapan populasi tersebut adalah UJ 5, Cimanggu, UJ 3, Klenteng 37, Mulyo 3, BL1, BL 4 dan Darul Hidayah; sedangkan tetua jantannya adalah sebagian dari 80 tetua. Persilangan atau self dilaksanakan tahun 2015 di dataran tinggi Sekincau, Lampung Barat (1100 m dpl.). Evaluasi TKF karakter morfologi dan agronomi dilaksanakan pada bulan Mei 2016-Maret 2017. Karakter morfologi dan agronomi meliputi karakter kualitatif dan kuantitatif. TKF karakter kualitatif dinyatakan luas jika persentase fenotipe rekombinan (PFR)  $\geq 67\%$ , sedang jika PFR antara  $\geq 33\%$  dan  $< 67\%$ , dan sempit jika PFR  $< 33\%$ . Keragaman karakter kuantitatif dinyatakan luas jika kisaran total (*range*)  $\geq 2 \times$  *Interquartile Range* (IQR) dan sempit jika *Range*  $\leq 2 \times$  IQR. Karakter kualitatif warna daun pucuk, warna permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun pada delapan populasi tersebut menunjukkan tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas atau sedang. Semua karakter kuantitatif yang diamati (jumlah lobus daun, panjang lobus daun, lebar lobus daun, rasio panjang dan lebar lobus daun, panjang tangkai daun, dan rendemen pati) menunjukkan TKF yang luas pada populasi F1 UJ5, UJ3, BL1, dan BL4. Kecuali karakter panjang lobus dan rendemen pati, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF luas pada populasi Cimanggu dan Darul Hidayah; TKF panjang lobus dan rendemen pati sempit. Kecuali karakter rendemen pati, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF luas pada populasi F1 Klenteng 37; TKF rendemen pati sempit. Pada populasi F1 Mulyo 3, semua karakter kuantitatif menunjukkan TKF yang luas kecuali karakter lebar lobus (sempit). Keragaman sebagian besar karakter kualitatif dan kuantitatif yang luas menunjukkan bahwa persilangan alami antar-tetua terjadi yang memungkinkan munculnya fenotipe rekombinan.

**Kata kunci:** Diversitas, fenotipe rekombinan, *Manihot esculenta*, populasi half-sib, tingkat keragaman fenotipe

**Abstract.** Utomo SD, Yusartika P, Popy L, Edy A, Sunyoto, Ardian. 2018. The degree of phenotypic variation of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava (*Manihot esculenta*) at Bandar Lampung. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 39-46. The objective of this study was to estimate the degree of phenotypic variation (DPV) of morphological and agronomic characters of eight F1 populations of cassava the results of natural sexual hybridization and/or self of 80 parental clones; the eight populations was derived from female parents UJ 5, Cimanggu, UJ 3, Klenteng 37, Mulyo 3, BL1, BL 4 dan Darul Hidayah. The pollination was conducted in 2015 at highland Sekincau, West Lampung (1100 m dpl.). The morphological and agronomic characters included qualitative and quantitative characters. Study to estimate the was conducted at Bandar Lampung, from May 2016-March 2017. The DPV of quantitative characters was high if the percentage of recombinant phenotypes  $> 67\%$ , moderate if  $33\% \leq DPV \leq 67\%$ , and low if  $DPV < 33\%$ . The DPV if quantitative characters was high if the total range  $\geq 2 \times$  *Interquartile Range* (IQR) dan low if the total Range  $\leq 2 \times$  IQR. Quantitative characters color of apical leaves, color of adaxial petiole, and color of abaxial petiole of all populations showed DPV high or moderate. All quantitative characters observed (number of leaf lobus, length of leaf lobus, width of leaf lobus, length/width ratio of leaf lobus, length of petiole, and starch rendement) indicated DPV high on F1 half-sib population of UJ5, UJ3, BL1, dan BL4. Except the length of leaf lobus and starch rendement, all quantitative characters showed high DPV on population of Cimanggu and Darul Hidayah; DPV of length of leaf lobus and starch rendement was low. The high variation of most qualitative and quantitative characters indicated that the open/natural hybridization among parental clones occurred and was effective to produce recombinant phenotypes.

**Keywords:** Diversity, recombinant phenotype, *Manihot esculenta*, half-sib population, degree of phenotypic variation

### PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) merupakan salah satu komoditas strategis di Indonesia, digunakan sebagai

sumber pangan, pakan, energi, dan bahan baku industri. Ubi kayu dapat digunakan sebagai bahan pangan mengandung vitamin A (Priadi et al. 2009) bahan plastik yang ramah lingkungan (*biodegradable plastics*) (Sriroth

and Sangseethong 2006). Kebutuhan terhadap ubi kayu diduga terus meningkat seiring dengan lajur pertumbuhan penduduk. Produksi ubi kayu di Indonesia pada tahun 2015 sebesar 21,80 juta ton dan produktivitas sebesar 229,51 kwintal/ha. Sebagai salah satu provinsi produsen ubikayu terbesar di Indonesia, Lampung menghasilkan sebesar 7.387.084 ton ubi segar pada tahun 2015 atau 34% total luas areal panen Indonesia (BPS, 2016). Produktivitas tanaman ubi kayu dapat ditingkatkan melalui kegiatan pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul.

Sebagai komoditas strategis, perakitan varietas unggul ubikayu dilakukan di berbagai negara produsen ubi kayu, antara lain di Columbia (Ceballos et al. 2007a, b), Afrika (Ceballos et al. 2012), Brazil (Nazar 2007), Thailand (Kongsil 2016), dan Indonesia (Poespodarsono 1992; Noerwidjati 2011; Utomo et al. 2016; Yani et al. 2018). Perakitan varietas unggul ubi kayu di Indonesia antara lain dilakukan di Balai Penelitian Aneka Kacang dan Ubi (Balitkabi) Malang, IPB Bogor, dan Universitas Lampung (Unila) Bandar Lampung.

Karena diperbanyak secara vegetatif (klon), prosedur perakitan varietas ubi kayu relatif sederhana meliputi pembentukan atau perluasan keragaman genetik populasi, evaluasi dan seleksi, dan uji daya hasil. Tingkat keragaman atau diversitas yang tinggi sangat menentukan efektivitas seleksi. Dengan kata lain, keragaman yang luas menjamin seleksi yang efektif (Sudarmadji et al. 2007). Keragaman genetik populasi F1 dapat diperoleh melalui hibridisasi seksual antar-tetua yang relatif jauh hubungan kekerabatannya. Selain itu, karena klon tidak harus homozigot, selfing induk yang heterozigot menghasilkan keturunan F1 yang juga beragam (Ceballos et al. 2017).

Perakitan varietas ubi kayu yang dilakukan oleh pemulia Unila dimulai tahun 2011 (Utomo et al., 2016), dan menjadi salah satu program penelitian unggulan Unila sejak tahun 2016. Prosedur perakitan varietas unggul ubi

kayu di Unila merupakan modifikasi prosedur Ceballos et al. (2007b). Persilangan atau hibridisasi terbuka yang melibatkan 80 tetua betina dilakukan di dataran tinggi Sekincau Lampung Barat (1100 m dpl.) pada tahun 2015. Benih F1 hasil persilangan ditumbuhkan di media tanah dalam polybag pada tahun 2016, selanjutnya tanaman klon F1 dievaluasi keragamannya. Studi ini melaporkan tingkat keragaman fenotipe ubi kayu pada populasi F1 hasil persilangan terbuka. Tingkat keragaman fenotipe yang luas pada populasi ubi kayu dilaporkan oleh Priadi et al. (2009), Firdaus et al. (2016), Hartati et al. (2012). Tiga studi tersebut melaporkan keragaman dalam populasi yang bukan keturunan langsung tetua hasil persilangan. Tingkat keragaman fenotipe pada populasi F1 ubi kayu yang luas dilaporkan oleh Ntui et al. (2006), Priadi et al. (2009), Hartati et al. (2012), Putri et al. (2013), Firdaus et al. (2016), Mathew et al. (2017), dan Rao et al. (2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keragaman fenotipe delapan populasi F1 *half-sib* ubi kayu di Bandar Lampung.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga tahap. Tahap I yaitu persilangan terbuka di dataran tinggi Sekincau Lampung Barat (1100 m dpl.) (Gambar 1) pada November 2014-Desember 2015. Tahap II yaitu penyemaian benih F1 hasil hibridisasi, dilaksanakan di Kelurahan Gunung Terang Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung pada bulan Desember 2015-April 2016. Tahap III berupa evaluasi klon F1 yang dipindahtanamkan dari persemaian ke lahan Lab. Lapang Terpadu Unila Bandar Lampung; dilaksanakan pada bulan Mei 2016-Maret 2017.



**Gambar 1.** Lokasi pelaksanaan kegiatan Tahap I di dataran tinggi Sekincau, Lampung Barat

**Pelaksanaan penelitian**

*Tahap I: hibridisasi terbuka*

Bahan yang digunakan yaitu delapan populasi F1 *half-sib*, setiap populasi merupakan kumpulan individu tanaman F1 hasil persilangan terbuka yang melibatkan 80 tetua; setiap populasi merupakan keturunan satu tetua betina (Tabel 1). Studi ini melaporkan 8 dari 80 populasi *half-sib*. Delapan puluh tetua persilangan terdiri atas varietas unggul nasional, klon-klon introduksi, dan klon F1 hasil persilangan. Tetua persilangan ditanam di lahan berukuran 20 x 50 m yang terdiri atas 140 petak, masing-masing berukuran 5 x 1 m. Setiap petak ditanami 10 stek dari satu klon (jarak tanam dalam baris 50 cm dan antar-baris 100 cm). Klon ditanam secara acak; setiap klon terdiri atas 10 stek yang ditanam dalam satu baris. Varietas atau klon unggul nasional UJ 3 dan UJ 5 masing-masing ditanam pada 14 petak tersebar secara acak. Klon-klon lainnya ditanam dalam 1-5 petak tersebar secara acak. Benih botani hasil persilangan dipanen mulai bulan Juli-Desember 2015.

*Tahap II: persemaian benih botani F1*

Benih botani F1 hasil persilangan terbuka disemai pada media tanah (tanah: pupuk kandang = 2: 1) di dalam polybag 10 kg; setiap polybag ditanam benih ≤ 20 benih. Teknik budidaya standar diterapkan sampai siap dipindahkan ke lapang pada umur 4-5 bulan setelah tanam.

*Tahap III: evaluasi keragaman populasi F1 half-sib*

Tanaman F1 kemudian dipindahtanamkan (*transplanting*) berupa stek dengan panjang berkisar 20-30 cm dan diameter berkisar 1-2 cm ke Lahan Laboratorium Lapang Terpadu Universitas Lampung pada bulan Maret-April 2016. Setiap klon F1 berupa satu stek; klon-klon dalam satu populasi ditanam berdekatan, tanpa ulangan. Jarak tanam antar stek 50 x 50 cm. Pupuk NPK Mutiara (15: 15: 15) diberikan seminggu setelah tanam, dosis 300 kg/ha. Pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian gulma, pembumbunan, dan penyiraman. Variabel yang diamati meliputi: (i) karakter kualitatif: warna daun pucuk, warna

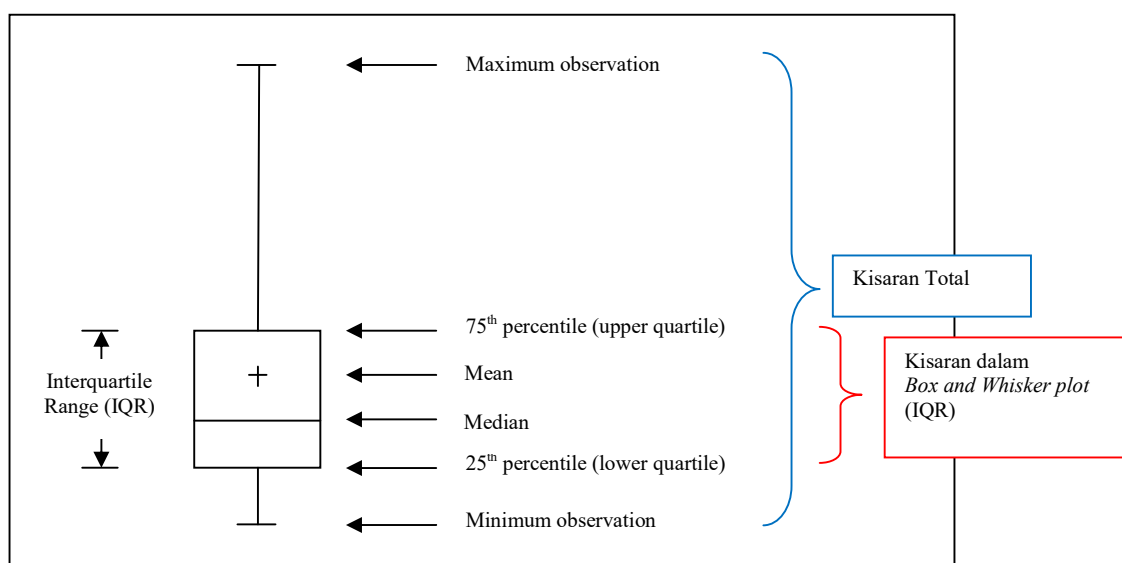
permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun; dan (ii) karakter kuantitatif: panjang lobus daun, lebar lobus daun, rasio panjang lebar lobus, jumlah lobus daun, panjang tangkai daun, dan rendemen pati. Pengamatan variabel-variabel tersebut mengacu pada Fukuda et al. (2010).

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kualitatif dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu luas, sedang, dan sempit (Utomo et al., 2017). Pengelompokan didasarkan pada persentase fenotipe rekombinan (PFR). Fenotipe karakter suatu individu klon F1 dibagi menjadi dua kelompok, yaitu fenotipe parental dan fenotipe rekombinan (FR). FP suatu karakter klon F1 adalah fenotipe yang menyerupai fenotipe tetua betina; sedangkan FR tidak menyerupai fenotipe tetua betina, mungkin sama dengan fenotipe tetua jantan. TKF dinyatakan luas, jika  $PFR > 67\%$ ; sedang jika  $33\% < PFR \leq 67\%$ ; dan sempit jika  $PFR \leq 33\%$ .

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kuantitatif dibagi menjadi dua kelompok, yaitu luas dan sempit. TKF karakter kuantitatif dinyatakan luas apabila kisaran total (*range*) > *Inter-quartile Range* (IQR) atau kisaran dalam *box and whisker plot* (Gambar 2). Sebaliknya, apabila kisaran total ≤ dua kali kisaran dalam *box and whisker plot* maka TKF dinyatakan sempit (Utomo et al. 2017).

**Tabel 1.** Nama populasi F1 *half-sib*, nama tetua betina, dan jumlah klon F1 per populasi yang dievaluasi

Nama populasi F <sub>1</sub>	Nama tetua betina	Jumlah klon F1 yang dievaluasi
<i>Half-sib</i> UJ 5	UJ5	53
<i>Half-sib</i> UJ 3	UJ3	28
<i>Half-sib</i> Cimanggu	Cimanggu	29
<i>Half-sib</i> Klenteng 37	Klenteng 37	10
<i>Half-sib</i> Mulyo 3	Mulyo 3	21
<i>Half-sib</i> BL 1	BL 1	14
<i>Half-sib</i> BL 4	BL 4	37
<i>Half-sib</i> Darul Hidayah	Darul Hidayah	11



**Gambar 2** *Box and whisker plot*. Tingkat keragaman fenotipe (TKF) dinyatakan luas jika kisaran total lebih kecil daripada dua kali kisaran dalam *box and whisker plot*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tingkat keragaman fenotipe karakter kualitatif

Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas tangkai daun, dan warna permukaan bawah tangkai daun pada delapan populasi F1 half-sib menunjukkan keragaman yang luas atau sedang. TKF warna daun pucuk luas pada empat dari delapan populasi F1 half-sib yang diamati; empat populasi lainnya menunjukkan TKF sedang (Tabel 2-4). Pada populasi F1 half-sib UJ 5 (Tabel 2), fenotipe parental daun pucuk berwarna ungu (15,1%), sedangkan tiga fenotipe rekombinan (84,9%) adalah hijau muda, hijau tua, dan hijau keunguan. Pada populasi F1 Klenteng 37, TKF warna daun pucuk termasuk luas, yaitu 80% (Tabel 3); sedangkan pada populasi F1 Darul Hidayah, TKF warna daun pucuk termasuk sedang yaitu 66,6% (Tabel 4).

TKF warna permukaan atas tangkai daun luas pada lima populasi dan sedang pada tiga populasi (Tabel 2-4). Fenotipe rekombinan warna permukaan atas tangkai daun meliputi hijau, hijau kemerahan, merah, dan ungu (98,1%); didominasi oleh warna merah kehijauan sebesar 47,2% (Tabel 2). Warna permukaan atas tangkai daun menunjukkan TKF yang luas yaitu 81% pada populasi F1 Mulyo 3 (Tabel 3), dan juga pada populasi F1 BL 4 yaitu 86,8% (Tabel 4).

Warna permukaan bawah tangkai daun menunjukkan TKF yang luas pada empat populasi, dan sedang pada empat populasi lainnya (Tabel 2-4). Pada populasi F1 half-sib UJ 5 (Tabel 2), fenotipe parental permukaan atas tangkai daun hijau kekuningan (%); sedangkan fenotipe rekombinan permukaan bawah tangkai daun berwarna hijau, hijau kemerahan, dan ungu (69,8%). Warna permukaan bawah tangkai daun menunjukkan TKF yang luas yaitu 80% pada populasi F1 Mulyo 3 (Tabel 3), dan juga pada populasi F1 Darul Hidayah yaitu 91,7% (Tabel 4).

### Tingkat keragaman fenotipe (TKF) karakter kuantitatif

Fenotipe enam karakter kuantitatif yang diamati pada populasi F1 half-sib UJ 5, UJ 3, BL 1, dan BL 4 menunjukkan tingkat keragaman yang luas (Tabel 5 dan 6). Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas berarti kisaran total (nilai maksimum dikurangi nilai minimum)  $\geq$  dua kali nilai *inter-quartile range* (IQR). Pada populasi F1 half-sib Klenteng 37 dan Mulyo 3, lima dari enam karakter menunjukkan TKF yang luas; sedangkan pada populasi F1 Cimanggu dan Darul Hidayah, empat dari enam karakter menunjukkan TKF yang luas.

Karakter jumlah lobus daun berkisar antara 4-9 helai pada delapan populasi F1 yang diamati; TKF jumlah lobus luas. Salah satu karakter agronomi yang penting yang diamati dalam studi ini adalah rendemen pati. TKF rendemen pati populasi F1 UJ 5, UJ 3, Mulyo 3, BL 1, dan BL 4 luas; sebaliknya TKF populasi F1 Cimanggu, Klenteng 37, dan Darul Hidayah sempit. Pada populasi F1

UJ 5, rendemen pati berkisar antara 14,8-27,5%. Pada populasi BL 4, rendemen pati berkisar antara 10,5-27,1%. Sebaliknya, pada populasi F1 Klenteng 37 dan Darul Hidayah, rendemen pati berturut-turut berkisar antara 20,5-24,6% dan 15,4-20,7%.

### Pembahasan

Dalam penelitian ini, tingkat keragaman fenotipe diduga dalam rangka menunjukkan efektifitas persilangan terbuka ubi kayu. Berdasarkan data persentase fenotipe rekombinan, diperoleh individu-individu F1 yang fenotipenya berbeda dengan tetua betina. Perbedaan fenotipe tersebut dapat disebabkan oleh dua kemungkinan, yaitu hasil persilangan dengan tetua jantan atau hasil selfing tetua betina. Selfing klon tetua betina dapat menghasilkan populasi F1 yang bersegregasi karena klon ubi kayu pada umumnya heterozigot (Ceballos et al. 2017). Keragaman yang luas pada individu F1 sebagai hasil dari dua kemungkinan tersebut memungkinkan seleksi yang efektif untuk mendapatkan varietas atau klon unggul baru.

Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang luas pada sebagian besar populasi F1 dan sebagian besar karakter yang diamati (kualitatif dan kuantitatif). TKF yang luas pada populasi atau genotipe F1 sesuai dengan yang ditunjukkan oleh Ntui et al. (2006), Priadi et al. (2009), Hartati et al. (2012), Putri et al. (2013), Firdaus et al. (2016), Mathew et al. (2017), dan Rao et al. (2018). Priadi et al. (2009) melaporkan variasi atau keragaman kandungan beta karoten 14 klon ubi kayu. Firdaus et al. (2016) melaporkan keragaman luas pada sebagian karakter daun, tangkai daun dan ubi. Mathew et al. (2017) dan Rao et al. (2018) menduga keragaman berdasarkan koefisien keragaman fenotipe dan koefisien keragaman genotipe karakter kualitatif dan kuantitatif ubi kayu. Dengan demikian kegiatan pemuliaan selanjutnya yaitu seleksi dapat dilakukan secara efektif (Ceballos et al. 2007a, Ceballos et al. 2007b, Sudarmadji et al. 2007).

Dua tetua betina yang diikuti dalam persilangan terbuka dalam studi ini adalah varietas standar di Provinsi Lampung yaitu UJ 3 dan UJ 5. Dua varietas tersebut merupakan introduksi dari Thailand dan berturut-turut merupakan hasil uji adaptasi dari klon Rayong 6 dan KU 50 (Balitkabi 2016). UJ 3, berumur genjah, berproduksi dan berkadar pati tinggi. UJ 5 berproduksi dan berkadar pati tinggi. Keturunan dari persilangan yang melibatkan dua tetua tersebut diharapkan berproduksi dan berkadar pati tinggi.

Karakter agronomi penting yaitu rendemen pati diamati dalam penelitian ini; TKF rendemen pati luas pada 5 dari 8 populasi F1. Seleksi untuk mendapatkan varietas yang tinggi rendemen pati diharapkan efektif. Karena klon-klon F1 yang diamati dalam penelitian ini ditanam dengan jarak tanam yang lebih rapat daripada jarak tanam yang standar, bobot ubi tidak diamati. Pengamatan bobot ubi akan dilakukan pada uji daya hasil sebagai kelanjutan penelitian ini.

**Tabel 2.** Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina UJ 5, Cimanggu, dan UJ 3

Variabel	Pop. F1 UJ 5		Pop. F1 Cimanggu		Pop. F1 UJ 3	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
<b>Warna daun pucuk</b>						
Hijau muda	22	41,5	2	6,9	16	57,1
Hijau tua	6	11,3	17	58,6	6	21,4
Hijau keunguan	17	32,1	10	34,5	4	14,3
Ungu	8	15,1	0	0	2	7,1
Fenotipe parental	Ungu		Hijau keunguan		Hijau muda	
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	84,9		65,5		42,9	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	Luas		sedang		sedang	
<b>Warna permukaan atas tangkai daun</b>						
Hijau kekuningan	1	1,9	0	0	0	0
Hijau	8	15,1	5	17,2	3	10,7
Hijau kemerahan	8	15,1	1	3,4	10	35,7
Merah kehijauan	25	47,2	10	34,5	8	28,6
Merah	4	7,5	7	24,1	1	3,6
Ungu	7	13,2	6	20,7	6	21,4
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Merah		Hijau kemerahan	
PFR	98,1		75,9		64,3	
TKF	Luas		luas		sedang	
<b>Warna tangkai bawah daun</b>						
Hijau kekuningan	16	30,2	7	24,1	11	39,3
Hijau	28	52,8	10	34,5	11	39,3
Hijau kemerahan	1	1,9	1	3,4	1	3,6
Merah kehijauan	4	7,5	6	20,7	3	10,7
Merah	3	5,7	4	13,8	0	0
Ungu	1	1,9	1	3,4	2	7,1
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Ungu		Hijau	
PFR	70		96,6		61	
TKF	Luas		luas		sedang	

Keterangan: TKF dinyatakan luas, jika PFR > 67%; sedang jika 33% < PFR ≤ 67%; dan sempit jika PFR ≤ 33%.

**Tabel 3.** Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina Klenteng 37 dan Mulyo 3

Variabel	Pop. F1 Klenteng 37		Pop. F1 Mulyo 3	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
<b>Warna daun pucuk</b>				
Hijau muda	2	20	12	57,1
Hijau tua	6	60	2	9,5
Hijau keunguan	2	20	7	33,3
Ungu	0	0	0	0
Fenotipe parental	Hijau keunguan			
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	80		66,7	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	Luas		Sedang	
<b>Warna atas permukaan atas tangkai daun</b>				
Hijau kekuningan	0	0	0	0
Hijau	0	0	1	4,8
Hijau kemerahan	0	0	4	19
Merah kehijauan	2	20	10	47,6
Merah	4	40	2	9,5
Ungu	4	40	4	19
Fenotipe parental	Merah		Hijau kemerahan	
PFR	60		81	
TKF	Sedang		Luas	
<b>Warna permukaan bawah tangkai daun</b>				
Hijau kekuningan	4	40	11	52,4
Hijau	4	40	10	47,6
Hijau kemerahan	0	0	0	0
Merah kehijauan	0	0	0	0
Merah	2	20	0	0
Ungu	0	0	0	0
Fenotipe parental	Merah		Hijau	
PFR	80		52,4	
TKF	Luas		Sedang	

**Tabel 4.** Tingkat keragaman fenotipe (TKF) yang diduga berdasarkan persentase fenotipe rekombinan (PFR) pada karakter warna daun pucuk, warna permukaan atas dan bawah tangkai daun klon-klon populasi F1 keturunan tetua betina BL 1, BL 4, dan Daruh Hidayah

Variabel	Pop. F1 BL 1		Pop. F1 BL 4		Pop. F1 Darul Hidayah	
	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)	Jumlah klon	(%)
<b>Warna daun pucuk</b>						
Hijau muda	5	36	18	47,3	4	33,3
Hijau tua	3	21	14	37	7	58,3
Hijau keunguan	4	29	5	13,1	1	8,3
Ungu	2	14	1	2,6	0	0
Fenotipe parental	Hijau Keunguan		Hijau keunguan		Hijau muda	
Persentase fenotipe rekombinan (PFR)	71,4		86,8		66,6	
Tingkat keragaman fenotipe (TKF)	luas		luas		sedang	
<b>Warna tangkai atas daun</b>						
Hijau kekuningan	1	7,1	1	2,6	0	0
Hijau	2	14,3	5	13,2	1	8,3
Hijau kemerahan	4	28,6	8	21,0	1	8,3
Merah kehijauan	0	0	6	15,8	2	16,6
Merah	6	42,9	14	36,9	3	25,0
Ungu	1	7,1	4	10,5	5	41,6
Fenotipe parental	Hijau kekuningan		Hijau		Merah	
PFR	98,1		86,9		75	
TKF	luas		luas		luas	
<b>Warna tangkai bawah daun</b>						
Hijau kekuningan	5	35,7	12	31,6	3	25
Hijau	3	21,4	15	39,5	6	50
Hijau kemerahan	1	7,1	8	21	0	0
Merah kehijauan	4	28,6	1	2,6	1	8,3
Merah	0	0	2	5,3	1	8,3
Ungu	1	7,1	0	0	1	8,3
Fenotipe parental	Merah kehijauan		Hijau		Merah	
PFR	71,4		60,53		91,7	
TKF	luas		sedang		luas	

**Tabel 5.** Tingkat keragaman fenotipe (TKF) enam karakter kuantitatif yang diamati pada lima populasi F1 *half-sib*

Nama populasi F1/ karakter	Nilai maksimum	Nilai minimum	Kisaran (range)	IQR	Tingkat keragaman fenotipe (TKF)
<b>Populasi F1 UJ 5</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	21	11	10	4,6	Luas
Lebar lobus (cm)	6,0	3,2	2,9	1,1	Luas
Rasio panjang lebar lobus	5,0	2,9	2,0	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30,8	11,2	19,6	6,1	Luas
Rendemen pati	27,5	14,8	12,8	4,2	Luas
<b>Populasi F1 Cimanggu</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	2	Luas
Pajang lobus (cm)	21,2	10	11,2	6	Sempit
Lebar lobus (cm)	9,4	3,2	6,2	1,2	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,8	1,8	3	1	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	36	7	29	8	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,5	12,3	3,4	Sempit
<b>Populasi F1 UJ 3</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	24,2	11	13,2	3,8	Luas
Lebar lobus (cm)	6,8	3,4	3,4	1,1	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,4	2,5	1,9	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	29,5	10	19,5	7	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,2	5,8	1,6	Luas
<b>Populasi F1 Klenteng 37</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	18,0	12,3	5,8	2,5	Luas
Lebar lobus (cm)	5,1	3,2	1,9	0,6	Luas
Rasio panjang lebar lobus	4,6	3,1	1,5	0,44	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30,5	13,3	17,2	5,7	Luas
Rendemen pati (%)	24,6	20,5	4,1	4,1	Sempit

<b>Populasi F1 Mulyo 3</b>					
Jumlah lobus (cm)	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	25,3	11,5	13,8	6,0	Luas
Lebar lobus	5,1	3,6	1,5	0,8	Sempit
Rasio panjang lebar lobus	5,1	2,9	2,1	1,0	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	30	11	19	8	Luas
Rendemen pati (%)	24	18,5	5,4	3	Luas

**Tabel 6.** Tingkat keragaman fenotipe (TKF) enam karakter kuantitatif yang diamati pada populasi F1 *half-sib* keturunan tetua betina BL 1, BL 4, dan Darul Hidayah

Nama tetua Betina/variabel	Nilai maksimum	Nilai minimum	Kisaran (Range)	IQR	Keragaman
<b>Populasi F1 BL 1</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	23	13,5	9,5	4,3	Luas
Lebar lobus (cm)	6,4	3,8	2,6	0,4	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,4	2,8	1,6	0,4	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	35,3	19,4	15,9	7	Luas
Rendemen pati (%)	19,6	11,2	8,3	2,2	Luas
<b>Populasi F1 BL 4</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	24,8	9,7	15,1	4,4	Luas
Lebar lobus (cm)	7,4	3,2	4,1	1,3	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,5	2,7	1,8	0,5	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	39,7	15,5	24,3	9,3	Luas
Rendemen pati (%)	27,1	10,5	16,6	8	Luas
<b>Populasi F1 Darul Hidayah</b>					
Jumlah lobus	9	5	4	0	Luas
Pajang lobus (cm)	22,5	14,1	8,5	6,1	Sempit
Lebar lobus (cm)	5,5	3,5	2,1	0,7	Luas
Rasio panjang/lebar lobus	4,7	3,1	1,6	0,6	Luas
Panjang tangkai daun (cm)	40,3	18	22,3	9	Luas
Rendemen pati (%)	20,7	15,4	5,3	2,7	Sempit

## UCAPAN TERIMA KASIH

Studi ini sebagian dibiayai oleh Hibah Strategis Nasional atau Penelitian Strategis Nasional Institut Kementristekdikti berdasarkan Kontrak Penelitian No. 19/UN26/8/LPPM/2016, No. 585/UN 26.21/KU/2017, dan Kontrak Tahun 2018. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balitkabi 2016. Deskripsi Varietas Ubi kayu 1978 – 2016. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/09/ubikayu.pdf>. Diakses 1 April 2018
- BPS. 2016. Tabel dinamis, Pertanian dan Pertambangan. <http://www.bps.go.id>. Diakses tanggal 31 Desember 2016.
- Ceballos H, Fregene M, Perez JC, Morante N, and Calle F. 2007a. Cassava Genetic Improvement. In: Kang MS, Priyadarshan PM (Eds) Breeding Major Food Staples. Blackwell Publ. Oxford, UK.
- Ceballos H, Kulakow P, Hershey C. 2012. Cassava Breeding: Current Status, Bottlenecks and the Potential of Biotechnology Tools. *J. Tropical Plant Biol.* 5: 73-87.
- Ceballos H, Morante N, Calle F, Lenis J, Salazar S., 2017. Developing new cassava varieties: tools, techniques and strategies. In: Achieving Sustainable Cultivation of Cassava Volume 2. DOI: 10.19103/AS.2016.0014.15.
- Ceballos H, Perez JC, Calle F, Jaramillo G, Lenis JI, Morante N, Lopez J. 2007b. A New Evaluation Scheme For Cassava Breeding At CIAT. In Proceedings 7th Regional Workshop held in Bangkok, Thailand. [www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org). Accessed in June 2012. 125-135.
- Firdaus NR, Haryati PKD, Yusniwati. 2016. Karakterisasi Fenotipik Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Lokal Sumatera Barat. *Jurnal Agroteknologi* 10 (1) : 104-116.
- Fukuda, WMG, Guevara CL, Kawuki R, Ferguson ME. 2010. Selected Morphological and Agronomic Descriptors for The Characterization of Cassava. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria.
- Hartati, NS, Fitriani H, Supatmi, Sudarmonowati E. 2012. Karakter umbi dan nutrisi tujuh genotipe ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Agricola.* 2 (2): 101-110.
- Kongsil P, Kittipadukul P, Phumichai C, Lertsuchatanvanich U, Petchpoung K. 2016. Path analysis of agronomic traits of Thai cassava for high root yield and low cyanogenic glycoside. *Pertanika J Trop Agric Sci* 39 (2): 197-218.
- Mathew AM, Bahadur V, Prasad VM, Ghosh G, Mishra S, Topno SE. 2017. Study on genetic variability, heritability and genetic advance in tapioca (*Manihot esculenta*) under Allahabad Agro-Climatic conditions. *J Pharmacog Phytochem* 6 (4): 1287-1290
- Nassar N, Vizzotto CS, Schwartz CA, and Pires-Júnior OR. 2007. Cassava diversity in Brazil: the case of carotenoid-rich landraces. *Gene Mol Res* 6 (1): 116-121.
- Noerwidjati K, Sholihin, Sundari T. 2011. Hibridisasi Ubi Kayu. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- Ntui VO, Uyoh EA, Affangideh U, Udensi U, Egbonyi JP. 2006. Correlation and genetic variability in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *J Food Agric Environ* 4 (3&4) : 147-150.

- Poespodarsono S. 1992. Pemuliaan Ubi Kayu. Dalam: Kasno A, Dahlan M, Hasnam (eds.). Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman I Perhimpunan Pemuliaan Tanaman Indonesia Komda Jawa Timur. 27-28 Agustus 1991, Malang, Jawa Timur.
- Priadi D, Permana D, Dona S, Hartati S, Sudarmonowati E. 2009. Selection of Indonesia cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes as source of  $\beta$ -carotene. *Biodiversitas* 10 (1): 6-11
- Putri, D.I., Sunyoto, E. Yuliadi, dan S.D. Utomo. 2013. Keragaman karakter agronomi klon-klon F1 ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz) keturunan tetua betina Uj-3, Cmm 25-27, dan mentik urang. *Jurnal Agrotek Tropika* 1 (1): 1-7.
- Rao BB, Swami DV, Ashok P, Babu BK, Ramajayam D and Sasikala K. 2018. Estimation of genetic variability and heritability for yield and its related components in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes. *Int J Curr Microbiol Appl Sci* 7 (6): 287-297.
- Sriroth K. Sangseethong, K. (2006). Biodegradable plastics from cassava starch. *Acta Hort* 703: 145-152.
- Sudarmadji, Mardjono R, Sudarmo H. 2007. Variasi genetik, heritabilitas, dan korelasi genotipik sifat-sifat penting tanaman wijen (*Sesamum indicum* L.). *Jurnal Litri* 13 (3): 88-92.
- Utomo SD, Sari R, Edy A, Setiawan K, and Yuliadi E. 2017. Variation of morphological and agronomic characters of eight half-sib fl populations of cassava. Paper presented at International Conference on Root and Tuber Crops, 10-11 October 2017, Univ. Brawijaya, Malang.
- Utomo SD, Yuliadi E, Sunyoto, Edy A, Yafizham, Simatupang D, Suminar R, Hutapea A. 2016. Cultivar development of cassava at the University of Lampung Indonesia.. In: Wulandari, C., et al. (ed.) *The Proc. USR International Seminar on Food Security, Vol I. Bandar Lampung* 23-24 August 2016.
- Yani RH, Khumaida N, Ardhie SW, Syukur M.. 2018. Analysis of variance, heritability, correlation and selection character of M1 V3 generation cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Mutants. *Agrivita* 40: 74-79.

## Keragaman genetik jenis introduksi *Acacia auriculiformis* pada uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta

### Genetic diversity of introduced species *Acacia auriculiformis* observed in second generation progeny trial in Gunungkidul, Yogyakarta

BETTY RAHMA HANDAYANI<sup>1</sup>, DWI KARTIKANINGTYAS, TEGUH SETYAJI, SRI SUNARTI,  
ARIF NIRSATMANTO

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. Tel.: +62-274-895054, Fax.: +62-274-896080, <sup>1</sup>email: bettyrh@biotifor.or.id

Manuskrip diterima: 3 April 2018. Revisi disetujui: 27 Juni 2018.

**Abstrak.** Handayani BR, Kartikaningtyas D, Setyaji T, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2018. Keanekaragaman genetik jenis introduksi *Acacia auriculiformis* pada uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 47-51. Introduksi melalui pemasukan jenis atau materi genetik dari tempat lain merupakan salah satu cara dalam meningkatkan keragaman genetik didalam program pemuliaan tanaman hutan. Pemuliaan jenis-jenis *Acacia*, khususnya *Acacia auriculiformis* telah dilakukan sampai pada siklus pemuliaan generasi kedua menggunakan jenis introduksi dari Papua Nugini (PNG) dan Queensland, Australia (QLD). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman genetik jenis introduksi *A. auriculiformis* pada plot uji keturunan generasi kedua. Plot uji keturunan dibangun di Gunungkidul, Yogyakarta dengan rancangan percobaan acak lengkap berblok, 30 famili, 33 replikasi, 4 pohon per plot dengan jarak tanam 3 x 1,5 meter. Pengukuran sifat pertumbuhan dilakukan pada 3960 pohon umur 18 bulan setelah tanam dengan variabel tinggi, diameter setinggi dada (dbh) dan bentuk batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis introduksi *A. auriculiformis* pada uji keturunan generasi kedua memiliki persentase hidup sebesar 91,45% dengan keragaman genetik yang tinggi pada semua sifat yang diamati. Proporsi variasi genetik terhadap variasi total fenotipik berkisar antara 3,48-7,73% dengan nilai heritabilitas individu sebesar 0,140-0,309 dan heritabilitas famili sebesar 0,763-0,840. Seleksi berdasarkan variasi dalam famili dan variasi antar famili menghasilkan perolehan genetik pada sifat tinggi, dbh dan bentuk batang berkisar antara 4-7%.

**Kata kunci:** Heritabilitas, pemuliaan tanaman hutan, perolehan genetik, seleksi

**Abstract.** Handayani BR, Kartikaningtyas D, Setyaji T, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2018. Genetic diversity of introduced species *Acacia auriculiformis* observed in second generation progeny trial in Gunungkidul, Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 47-51. Introduction of genetic materials or species from other places is one of the ways for increasing the genetic diversity in tree breeding program. Breeding of *Acacia* species, especially *Acacia auriculiformis* has been done up to the second generation breeding cycles using introduced species from Papua New Guinea (PNG) and Queensland, Australia (QLD). The purpose of this study is to investigate the genetic diversity of introduced species *A. auriculiformis* in second generation progeny trial plot. The progeny trial plot was established in Gunungkidul, Yogyakarta with a complete randomized block design, 30 families, 33 replicates, 4 trees per plot with a spacing of 3 x 1.5 meters. Growth characteristic measurement was conducted for 3960 trees in total at 18 months age after planting with variable of height, diameter at breast height (dbh) and stem form. The results showed that the introduced species *A. auriculiformis* in second generation progeny trial had a survival rate of 91.45% with high genetic diversity on all observed growth characteristic. The proportion of genetic variation to the total phenotypic variation ranged from 3.48-7.73%, with individual heritability values ranged from 0.14-0.31 and family heritability of 0.76-0.84. Within family selection and family selection resulted in total genetic gain of height, dbh and stem form traits ranging from 4-7%.

**Keywords:** Genetic gain, heritability, tree breeding, selection

## PENDAHULUAN

*Acacia auriculiformis* Cunn. ex Benth. merupakan tumbuhan berkayu dari famili Leguminosae, subfamili Mimosoideae dengan daerah sebaran alami di Queensland-Australia (QLD), Papua Nugini (PNG) dan Indonesia bagian Timur (Kepulauan Kei) (Starr et al. 2003). *A. auriculiformis* merupakan salah satu jenis cepat tumbuh (*fast growing species*) yang sangat cocok untuk rehabilitasi lahan karena kemampuan akarnya bersimbiosis dengan

bakteri penambat N dan kayunya sangat baik untuk kayu bakar, arang dan konstruksi bangunan ringan (Joker 2000; Sunarti 2013).

Program pemuliaan mempergunakan prinsip genetika untuk memperbaiki sifat suatu tanaman, kegiatan ini diawali dengan upaya meningkatkan keragaman genetik dan dilanjutkan dengan seleksi pada keturunan terbaik. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik adalah melalui introduksi materi genetik. Seleksi selanjutnya dapat dilakukan terhadap jenis

introduksi yang didatangkan dari tempat lain dengan kondisi lingkungan yang berbeda (Suseno 1985; Mangoendidjojo 2003). Beberapa penelitian tentang keragaman genetik telah dilakukan pada beberapa jenis *Acacia* (Susanto 2000; Hai et al. 2008; Widyatmoko et al. 2010; Nirsatmanto 2012; Nirsatmanto et al. 2012; Susanto et al. 2012; Setyaji 2013; Hai et al. 2015).

Program pemuliaan jenis-jenis *Acacia* khususnya *A. auriculiformis* telah dimulai sejak tahun 1996 melalui pembangunan uji keturunan generasi pertama di Wonogiri, Jawa Tengah (Susanto dan Hashimoto 1996). Pada tahun 2015 kegiatan pemuliaan jenis ini dilanjutkan melalui pembangunan uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta (Nirsatmanto et al. 2015). Pembangunan uji keturunan generasi pertama maupun generasi kedua menggunakan materi genetik jenis introduksi yang dikoleksi dari sebaran alamnya di PNG dan QLD. Dari uji keturunan generasi pertama diketahui bahwa jenis introduksi *A. auriculiformis* memiliki karagaman yang tinggi pada sifat tinggi, dbh dan bentuk batang dimana secara fenotipik jenis introduksi *A. auriculiformis* dari QLD unggul pada sifat tinggi dan bentuk batang, sedangkan untuk jenis introduksi dari PNG unggul pada sifat diameter (Susanto 2000). Namun demikian hasil evaluasi lebih lanjut untuk mengetahui keragaman genetik *A. auriculiformis* pada siklus pemuliaan generasi kedua belum dilaporkan. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keragaman genetik jenis introduksi *A. auriculiformis* dari PNG dan QLD pada plot uji keturunan generasi kedua yang dibangun di Gunungkidul, Yogyakarta. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi awal tentang status variasi genetik *A. auriculiformis* dalam mendukung strategi pemuliaan pada generasi kedua.

**BAHAN DAN METODE**

**Lokasi penelitian**

Penelitian dilaksanakan di KHDTK Gunungkidul di Yogyakarta yang terletak pada 7° 59' S dan 110° 30' E, ketinggian 200 meter diatas permukaan laut dengan curah hujan tahunan 1.894 mm dan termasuk tipe iklim C menurut Schmidt and Ferguson (Nirsatmanto et al. 2015). Lokasi penelitian memiliki tanah jenis Grumusol Hitam dengan vegetasi awal berupa tanaman kayu putih.

**Bahan dan alat penelitian**

Bahan penelitian yang digunakan adalah plot uji keturunan generasi kedua jenis introduksi *A. auriculiformis*. Jumlah famili yang diuji pada plot uji keturunan sebanyak 30 famili dari 2 povenans Papua Nugini (PNG) dan Queensland, Australia (QLD) (Tabel 1). Plot uji keturunan generasi kedua ini dibangun menggunakan rancangan percobaan acak lengkap berblok/randomized complete bloks design (RCBD), 4 pohon per plot, 33 replikasi dan jarak tanam 3 m x 1,5 m (Nirsatmanto et al. 2015).

**Tabel 1.** Informasi plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* di Gunung Kidul, Yogyakarta (Nirsatmanto et al. 2015)

No	Provenans	Famili
1	Papua Nugini: Bensbach WP, Morehead R Rouku	5
2	Queensland-Australia: Lower Poscoe River, Olive River, Wenlock River, Kennedy River, Wenlock R 7 Tribs, Ollive River, Morehead River	25

Pengukuran variabel pengamatan pada plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* dilaksanakan pada sebanyak 3960 pohon umur 18 bulan setelah tanam. Variabel yang diukur meliputi sifat tinggi total, diameter setinggi dada (dbh) dan bentuk batang (*stem form*). Pengukuran dilaksanakan dengan menggunakan dua cara yaitu sistem skala metrik untuk tinggi pohon (meter) dan dbh (cm), dan sistem skoring untuk bentuk batang dengan menggunakan 3 nilai skor (skor 1: bengkok, skor 2: mendekati lurus/agak bengkok dan skor 3: lurus) (Nirsatmanto dan Kurinobu 2002).

**Analisis data**

Analisis varians dan kovarians dihitung menggunakan data dari setiap individu pohon dengan model linear berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + F_j + RF_{ij} + E_{ijk} \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana:
- $Y_{ijk}$ : observasi individu ke-kdi dalam ulangan ke-idan famili ke-j,
- $F_j$ : pengaruh famili ke-j,
- $RF_{ij}$ : pengaruh interaksi replikasike-idengan famili ke-j,
- $E_{ijk}$ : galat.

Varians genetik aditif pada setiap sifat dihitung sebagai 4 kali komponen varians famili ( $4\sigma_f^2$ ), dengan asumsi bahwa famili yang diuji disini merupakan hasil penyerbukan terbuka (*half-sibs*) (Falconer 1981). Varians fenotipik dihitung sebagai jumlah komponen famili varians ( $\sigma_f^2$ ), komponen varians interaksi famili x replikasi ( $\sigma_{fr}^2$ ) dan varians eror ( $\sigma_w^2$ ).

Heritabilitas individu ( $h_i^2$ ), heritabilitas antar famili ( $h_f^2$ ) dan heritabilitas dalam famili ( $h_w^2$ ) dihitung menggunakan rumus (Namkoong 1981; Falconer and Mackay 1998):

$$H_i^2 = \frac{4\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_{FR}^2 + \sigma_w^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$H_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\frac{\sigma_f^2}{NR} + \frac{\sigma_{FR}^2}{R} + \sigma_w^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_w^2 = \frac{3\sigma_f^2}{\sigma_w^2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana, N = jumlah pohon per plot dan R = jumlah replikasi.

Perolehan genetik (*genetic gain*) hasil seleksi dalam famili ( $R_w$ ), dan seleksi famili ( $R_f$ ) dihitung dengan rumus (Falconer and Mackay 1998):

$$R_w = i\sigma_w h^2_w \dots\dots\dots (5)$$

$$R_f = i\sigma_f h^2_f \dots\dots\dots (6)$$

Selanjutnya persentase perolehan genetik relatif dihitung sebagai berikut:

$$R(\%) = \frac{R}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Dimana,  
 R (%) = perolehan genetik relatif,  
 R = perolehan genetik (hasil seleksi dalam famili maupun seleksi famili), dan  
 $\bar{X}$  = rerata setiap sifat.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Jenis introduksi *A. auriculiformis* pada plot uji keturunan generasi kedua di Gunung Kidul, Yogyakarta sampai dengan umur 18 bulan menunjukkan pertumbuhan yang baik dengan rerata tinggi 5,08 m; dbh 4,48 cm; bentuk batang 2,28 dan persen hidup (*survival rate*) 91,45 % (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman introduksi *A. auriculiformis* mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi tapak di Gunungkidul, Yogyakarta. Jenis introduksi *A. auriculiformis* dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga menjadi salah satu jenis untuk rehabilitasi lahan, kemampuan adaptasi ini juga terlihat di Vietnam dimana sampai dengan umur 4 tahun jenis introduksi *A. auriculiformis* masih memiliki persen hidup yang tinggi 83-91% (Hai et al. 2008). Persen hidup yang tinggi ini menggambarkan potensi dan kelayakan plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* dalam kegiatan seleksi, baik seleksi famili (*family selection*) maupun seleksi dalam famili (*within family selection*).

Hasil analisis varians untuk mengetahui pengaruh famili disajikan pada Tabel 2. Faktor genetik berpengaruh sangat nyata pada semua sifat yang diamati pada umur 18 bulan setelah tanam sebagaimana ditunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata pada famili yang diuji. Hal ini memberikan indikasi bahwa plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* menunjukkan keragaman genetik yang masih cukup tinggi pada proses pemuliaan siklus generasi kedua. Pada pemuliaan generasi pertama, jenis introduksi *A. auriculiformis* pada uji keturunan generasi pertama di Wonogiri, Jawa Tengah juga memiliki keragaman genetik yang tinggi (Susanto 2000).

Komponen varians dan nilai heritabilitas sifat yang diamati pada plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* disajikan pada Tabel 3. Proporsi variasi genetik terhadap variasi total fenotipik pada *A. auriculiformis* berkisar antara 3,5-7,7%, lebih tinggi dibandingkan jenis *A. mangium* pada kebun benih komposit di Jawa Tengah yang memiliki variasi antar famili berkisar antara 1,1-5,0% (Nirsatmanto 2012). Sebagaimana dilaporkan dalam studi menggunakan marka DNA molekuler bahwa secara umum *A. auriculiformis* memang memiliki keragaman genetik yang lebih tinggi dibandingkan jenis *A. mangium* meskipun masih di bawah rata-rata tanaman berkayu (Finkeldey 2005; Widyatmoko et al. 2010).

Dari seluruh sifat yang diamati, komponen varians dalam famili memiliki nilai yang paling tinggi (62,50-92,88%) dibandingkan komponen varians antar famili dan komponen varians interaksi famili x replikasi (Tabel 3). Komponen varians dalam famili tertinggi ditemukan pada sifat bentuk batang (92,88%), diikuti dbh (83,59%) dan kemudian tinggi (62,50%), sedangkan komponen varians antar famili dan komponen varians interaksi famili x replikasi tertinggi ditemukan pada sifat tinggi diikuti dbh dan kemudian bentuk batang. Perbedaan proporsi antara komponen varians dalam famili (terbesar dan terendah) pada ketiga sifat yang diamati adalah sekitar 30%, sedangkan perbedaan proporsi antara komponen varians interaksi famili x replikasi adalah berkisar 26%. Proporsi komponen varians lebih besar ditemukan pada komponen varians dalam famili, sedangkan variasi antar nilai proporsi komponen varians pada varians interaksi famili x replikasi dan varians dalam famili memiliki nilai >25%. Hal ini mengindikasikan bahwa interaksi famili x replikasi menentukan besarnya pengaruh genetik diantara tiga sifat yang diamati pada plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* di Gunungkidul, Yogyakarta.

**Tabel 2.** Analisis varians sifat tinggi, diameter dan bentuk batang *A. auriculiformis* umur 18 bulan pada plot uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta

Sumber variasi	db	Rerata kuadrat		
		Tinggi	dbh	Bentuk batang
Replikasi	32	29,7684	30,1314	2,1362
Famili	29	6,5962**	6,6443**	2,6430**
Replikasi*Famili	902	1,0369**	1,5609**	0,5350**
Galat	2648	0,3727	0,9909	0,4667

Keterangan: \*\*: berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

**Tabel 3.** Rerata pertumbuhan, heritabilitas, komponen varians dan persen hidup *A. auriculiformis* umur 18 bulan pada plot uji keturunan generasi kedua di Gunungkidul, Yogyakarta

Parameter & Sifat	Rerata	Heritabilitas			Varians famili (σ <sup>2</sup> f)	Varians famili x replikasi (σ <sup>2</sup> fr)	Varians dalam famili (σ <sup>2</sup> w)
		Individu (h <sup>2</sup> i)	Famili (h <sup>2</sup> f)	Dalam famili (h <sup>2</sup> w)			
Tinggi (m)	5,08	0,3092	0,8403	0,3711	0,0461 (7,73%)	0,1775 (29,77%)	0,3727 (62,50%)
Dbh (cm)	4,48	0,1424	0,7629	0,1278	0,0422 (3,56%)	0,1524 (12,86%)	0,9909 (83,59%)
Bentuk batang	2,28	0,1396	0,7970	0,1125	0,0175 (3,48%)	0,0183 (3,64%)	0,4667 (92,88%)
Persen hidup/Survival rate (SR): 91,45%							

Keterangan: \*)Angka didalam kurung merupakan persentase proporsi komponen varians terhadap total variasi pada sifat/parameter tersebut

Perbedaan proporsi nilai komponen varians dalam famili terhadap nilai komponen varians famili akan berdampak pada estimasi nilai heritabilitasnya. Heritabilitas famili menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada heritabilitas dalam famili dan heritabilitas individu. Taksiran nilai heritabilitas famili tergolong tinggi yaitu antara 0,763-0,840, sedangkan nilai heritabilitas dalam famili (0,113-0,371) dan heritabilitas individu (0,140-0,309) tergolong sedang (Tabel 3). Nilai heritabilitas yang tinggi pada ketiga sifat yang diamati mengindikasikan bahwa ketiga sifat tersebut dapat digunakan sebagai kriteria seleksi dalam seleksi famili dan seleksi dalam famili pada uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* untuk meningkatkan perolehan genetik.

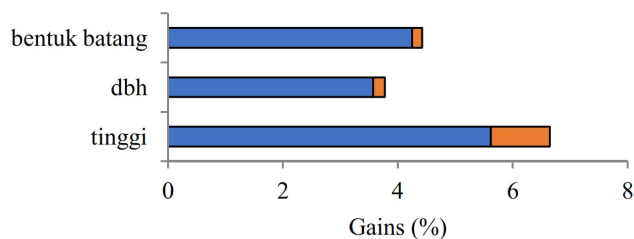
Korelasi genetik menggambarkan seberapa besar pengaruh genetik pada satu sifat tanaman terhadap sifat tanaman lainnya (Falconer 1981). Hasil perhitungan korelasi genetik dan fenotipik antar sifat yang diukur disajikan pada Tabel 4. Secara umum korelasi genetik bernilai positif dan lebih besar daripada korelasi fenotipik. Nilai korelasi genetik berkisar antara 0,449-0,894 dan nilai korelasi fenotipik berkisar antara 0,372-0,857. Korelasi antara sifat tinggi dengan diameter dan bentuk batang lebih tinggi daripada korelasi diameter dengan bentuk batang.

Implikasi hubungan antara korelasi genetik dan nilai heritabilitas pada seleksi yang dilakukan pada plot uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* adalah; pertama, nilai heritabilitas yang tinggi pada ketiga sifat tinggi, dbh dan bentuk batang menunjukkan bahwa seleksi pada ketiga sifat tersebut akan meningkatkan potensi perolehan genetik yang tinggi. Kedua, korelasi genetik yang tinggi antara tinggi dengan dbh dan tinggi dengan bentuk batang menunjukkan bahwa seleksi berdasarkan tinggi mampu memberikan tambahan perolehan genetik pada sifat dbh dan bentuk batang. Keseluruhan sifat tinggi, dbh dan bentuk batang bisa menjadi kriteria seleksi yang efektif dalam meningkatkan perolehan genetik pada uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* di Gunungkidul, Yogyakarta. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada klon jenis introduksi *A. auriculiformis* di Vietnam yang menggunakan sifat tinggi dan diameter bersama dengan kelurusan dan percabangan sebagai kriteria dalam seleksi (Hai et al. 2008).

Dalam penelitian ini prediksi perolehan genetik diperoleh berdasarkan seleksi dalam famili dan seleksi famili, sebagaimana disajikan pada Tabel 5. Nilai intensitas seleksi pada seleksi dalam famili diperoleh dari asumsi rasio seleksi 75%, yaitu ¼ atau meninggalkan 1 pohon terbaik per plot, (IS= 1,259), sedangkan pada seleksi famili

diperoleh dari asumsi rasio seleksi 25 famili dari 30 famili atau 25/30 (IS= 0,289) (Becker 1992).

Hasil seleksi dalam famili, perolehan genetik terbesar ditemukan pada sifat tinggi (± 5%), kemudian bentuk batang (± 4%) dan terakhir diameter (± 3%). Hal ini memberikan indikasi bahwa keragaman genetik dan korelasi genetik dalam famili pada masing-masing sifat berpengaruh terhadap perolehan genetik. Nilai prediksi perolehan genetik seleksi famili menunjukkan nilai yang lebih rendah daripada seleksi dalam famili, namun perolehan genetik pada seleksi famili menunjukkan urutan besaran yang hampir sama dengan perolehan genetik pada seleksi dalam famili. Prediksi perolehan genetik pada seleksi famili tertinggi ditemukan pada sifat tinggi (± 1%) kemudian diikuti pada sifat diameter dan bentuk batang, dengan nilai prediksi perolehan genetik hampir sama (± 0,2%). Perbedaan antara nilai prediksi perolehan genetik antara seleksi famili dengan seleksi dalam famili ini terjadi karena perbedaan nilai IS yang cukup besar (IS dalam famili > IS antar famili) sehingga meskipun heritabilitas antar famili lebih besar daripada heritabilitas dalam famili namun nilai perolehan genetik hasil seleksi famili lebih rendah daripada hasil seleksi dalam famili.



**Gambar 1.** Persentase perolehan genetik (%) seleksi dalam famili (warna putih) dan seleksi antar famili (warna hitam) pada uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis*

**Tabel 4.** Korelasi genetik dan fenotipik antar sifat yang diukur (tinggi, dbh, bentuk batang) pada uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* umur 18 bulan di Gunungkidul, Yogyakarta

Sifat	Tinggi	Dbh	Bentuk batang
Tinggi	-	0,8572	0,5983
Dbh	0,8942	-	0,3724
Bentuk batang	0,7054	0,4487	-

Keterangan: korelasi di atas diagonal adalah korelasi fenotipik dan di bawah diagonal korelasi genetik

**Tabel 5.** Prediksi perolehan genetik hasil seleksi pada uji keturunan generasi kedua *A. auriculiformis* di Gunungkidul, Yogyakarta

Prediksi perolehan genetik	Seleksi dalam famili			Seleksi famili		
	Tinggi (m)	dbh (cm)	Bentuk batang	Tinggi (m)	dbh (cm)	Bentuk batang
Gain	0,2852	0,1602	0,0968	0,0521	0,0093	0,0040
Gain % (relatif)	5,6194	3,5717	4,2488	1,0272	0,2075	0,1770

Prediksi perolehan genetik total merupakan gabungan antara hasil seleksi dalam famili dan seleksi famili dan hasilnya disajikan pada Gambar 1. Perolehan genetik tertinggi ditemukan pada sifat tinggi ( $\pm 7\%$ ), kemudian lebih rendah pada sifat bentuk batang ( $\pm 5\%$ ) dan terakhir paling rendah pada sifat diameter ( $\pm 4\%$ ). Hal ini berbeda dengan *A. mangium* pada pemuliaan generasi pertama dimana total perolehan genetik paling tinggi ditemukan pada sifat bentuk batang (5-12%) (Kurinobu et al. 1996), dan pada generasi ketiga total perolehan genetik tertinggi ditemukan pada sifat dbh ( $\pm 9\%$ ) (Handayani et al. 2017). Perbedaan total perolehan genetik tertinggi menunjukkan perbedaan prioritas target seleksi antara siklus pemuliaan tiap generasi. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa pemuliaan melalui uji keturunan generasi kedua jenis introduksi *A. auriculiformis* memberikan perolehan genetik yang lebih besar pada perbaikan sifat pertumbuhan tinggi tanaman dan diikuti pada bentuk batang. Jenis introduksi *A. auriculiformis* dikenal memiliki tipe morfologis multi percabangan sehingga berpengaruh terhadap kelurusan batang dan tinggi tanaman yang rendah. Melalui program pemuliaan pada kedua sifat tinggi dan bentuk batang pada uji keturunan generasi kedua ini akan meningkatkan produktivitas jenis introduksi *A. auriculiformis*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampai dengan umur 18 bulan setelah tanam jenis introduksi *A. auriculiformis* pada siklus pemuliaan generasi kedua masih memiliki keragaman genetik yang tinggi. Seleksi dalam plot dan seleksi famili menghasilkan perolehan genetik pada sifat tinggi, dbh dan bentuk batang berkisar antara 4-7%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim Pemuliaan Kayu Pulp pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (BBPPBPTH) dalam pengumpulan data dan pengukuran di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Becker WA. 1992. Manual of Quantitative Genetics. 5<sup>th</sup> ed. Academic Enterprises. USA.
- Falconer DS, Mackay TFC. 1998. Introduction to Quantitative Genetics. 4<sup>th</sup> ed. Longman House, UK.
- Falconer DS. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman Inc., New York, USA.
- Finkeldey R. 2005. Pengantar Genetika Hutan Tropis. Institut of Forest Genetics and Forest Tree Breeding. Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor.
- Hai PH, Duong LA, Toan NQ, Ha TTT. 2015. Genetic variation in growth, stem straightness, pilodyn and dynamic modulus of elasticity in second-generation progeny tests of *Acacia mangium* at three site in Vietnam. *New Forests* 46: 577-591.
- Hai PH, Harwood C, Kha LD, Pinyopusarerk K, Thinh HH. 2008. Genetic gain from breeding *Acacia auriculiformis* in Vietnam. *J Trop For Sci* 20: 313-327.
- Hai PH, Jansson G, Harwood C, Hannrup B, Thinh HH. 2008. Genetic variation in growth, stem straightness and branch thickness in clonal trials of *Acacia auriculiformis* at three contrasting sites in Vietnam. *For Ecol Manag* 225: 156-167.
- Handayani BR, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2017. Seleksi dan perolehan genetik pada kebun benih semai generasi ketiga *A. mangium*. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 11: 57-66.
- Joker D. 2000. *Acacia auriculiformis* Cunn. Ex Benth. Seed Leaflet. No.2.. Danida Forest Seed Centre, Denmark.
- Kurinobu S, Nirsatmanto A, Leksono B. 1996. Prediction genetic gain by within-plot selection in seedling seed orchards of *Acacia mangium* and *Eucalyptus* with application of retrospective selection index: Tree improvement for sustainable tropical forestry. In: Dieters MJ, Matheson AC, Nikles DG, Hardwood CE, Walker SM (eds.). QFRI-IUFRO Conf. Caloundra, Queensland, Australia: Queensland Forestry Research Institute, Gympie.
- Mangoendidjojo W. 2003. Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman. Kanisius, Yogyakarta.
- Namkoong G. 1981. Introduction to quantitative genetics in forestry. Castle House Publications, London.
- Nirsatmanto A, Kurinobu S, Shiraishi S. 2012. Evaluation for the efficiency of early selection in *Acacia mangium* seedling seed orchards based on age trends in genetic parameter. *J For Res* 9: 1-9.
- Nirsatmanto A, Kurinobu S. 2002. Trend of within-plot selection practiced in two seedling seed orchards of *Acacia mangium* in Indonesia. *J For Res* 7: 49-52.
- Nirsatmanto A, Sunarti S, Setyaji T, Surip. 2015. General Information of Seed Source (F-2) Establishment of *Acacia auriculiformis* in Gunungkidul, Yogyakarta. Forestry Research and Development Agency (FORDA). Ministry of Forestry in Indonesia, Jakarta.
- Nirsatmanto A. 2012. Genetic variation observed in composite seedling seed orchard of *Acacia mangium* Willd. at Central Java, Indonesia: implications for increasing genetic gain and seed production. *J For Res* 9: 91-100.
- Setyaji T. 2013. Interaksi famili x lokasi pada uji keturunan generasi kedua *Acacia mangium* di Sumatra dan Kalimantan. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 7: 41-52.
- Starr F, Starr K, Loope L. 2003. *Acacia auriculiformis*. United States Geological Survey-Biological Resources Division. Haleakala Field Station. Maui. Hawaii.
- Sunarti S. 2013. Strategi Pemuliaan Hibrid *Acacia (Acacia mangium x Acacia auriculiformis)*. [Dissertation]. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. [Indonesian]
- Susanto M, Hashimoto K. 1996. General Information of Seed Source Establishment of *Acacia auriculiformis* in Wonogiri, Central Java. Japan International Cooperation Agency (JICA). Agency for Forestry Research and Development. Ministry of Forestry, Jakarta.
- Susanto M, Na'iem M, Hardiyanto EB, Prayitno TA. 2012. Analisa parameter genetik sifat kayu kombinasi uji provenans dan uji keturunan *Acacia mangium* di Kalimantan Selatan. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 6: 131-142.
- Susanto M. 2000. Keragaman Genetik Kebun Benih Semai Uji Keturunan *Acacia auriculiformis* Setelah Seleksi Pertama Pada Umur 46 Bulan di Jawa Tengah. *Buletin Penelitian Pemuliaan Pohon* 4: 52-65.
- Suseno OH. 1985. Pemuliaan Pohon Hutan (*Forest Tree Improvement*). Jurusan Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widyatmoko AYPBC, Watanabe A, Shiraishi S. 2010. Study on genetic variation and relationships among four *Acacia* species using RAPD and SSCP marker. *J For Res* 7: 125-143.

## Evaluasi uji keturunan generasi kedua jenis introduksi *Acacia crassicarpa* di Wonogiri, Jawa Tengah

### Evaluation on second generation progeny test of introduced *Acacia crassicarpa* species in Wonogiri, Central Java

DWI KARTIKANINGTYAS<sup>✉</sup>, SURIP, TEGUH SETYAJI, SRI SUNARTI, ARIF NIRSATMANTO

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman 55582, Yogyakarta. Tel.: +62-274-895954, 896080, Fax.: +62-274-896080, ✉email: dwikartikaningtyas@biotifor.or.id

Manuskrip diterima: 5 April 2018. Revisi disetujui: 27 Juni 2018.

**Abstrak.** Kartikaningtyas D, Surip, Setyaji T, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2018. Evaluasi uji keturunan generasi kedua jenis introduksi *Acacia crassicarpa* di Wonogiri, Jawa Tengah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 52-57. Pemuliaan tanaman jenis introduksi *Acacia crassicarpa* dilaksanakan melalui pembangunan uji keturunan generasi kedua menggunakan basis genetik yang luas dan diharapkan akan diperoleh individu-individu superior dengan kualitas genetik yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan keragaman genetik jenis introduksi *A. crassicarpa* yang berasal dari provenan Papua Nugini (PNG) pada plot uji keturunan generasi kedua. Plot uji keturunan dibangun di Wonogiri dengan menggunakan rancangan percobaan acak lengkap berblok (*randomized completely block design* / RCBD), 66 famili, 6 ulangan, 4 pohon per plot (*tree-plot*) dan jarak tanam 4 x 2 meter. Pengukuran dilakukan pada umur 36 bulan meliputi sifat tinggi, diameter setinggi dada, tinggi bebas cabang, kelurusan batang dan volume batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada famili yang diuji terhadap semua sifat yang diukur. Proporsi komponen varian famili terhadap komponen varian total berkisar antara 3,55%-7,45%. Heritabilitas individu termasuk kategori sedang (0,14-0,30), sedangkan heritabilitas famili termasuk dalam kategori rendah sampai dengan sedang (0,28-0,46). Korelasi genotip berkisar antara 0,31-0,91, nilai tersebut lebih besar dibandingkan korelasi fenotip, kecuali pada korelasi diameter - bentuk batang. Peningkatan nilai perolehan genetik dari semua sifat yang diukur adalah sebesar 1,72%-4,64%, dengan peningkatan tertinggi terdapat pada sifat tinggi bebas cabang.

**Kata kunci:** Perolehan genetik, parameter genetik, keragaman genetik, pemuliaan pohon

**Abstract.** Kartikaningtyas D, Surip, Setyaji T, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2018. Evaluation on second generation progeny test of introduced *Acacia crassicarpa* species in Wonogiri, Central Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 52-57. Tree improvement of introduced species *Acacia crassicarpa* was implemented by establishing the second generation of progeny test using wide genetic base, and it was expected to produce superior individuals with good genetic quality. The purpose of this study is to determine the growth and genetic diversity of introduced *A. crassicarpa* derived from Papua New Guinea (PNG) provenance on a second generation progeny test. The progeny test was established in Wonogiri which was laid out in randomized completely block design / RCBD, 66 families, 6 replications, 4 tree-plot with a spacing of 4 x 2 meters. Measurement was conducted at 36 months after planting including height, diameter at breast height, bole length, stem straightness and stem volume. The results showed that the families were significantly different for all measured traits. The proportion of the family variance to the total phenotypic variance ranged from 3.55% to 7.45%. Individual heritability was moderate (0.14 to 0.30), while the family heritability was low to moderate (0.28 to 0.46). The genotype correlations ranged from 0.31 to 0.91, and the value is greater than the phenotype correlations, except in diameter for diameter-stem straightness correlations. Genetic gain of the traits were 1.72% to 4.64%, with the highest gain was found for bole length.

**Keywords:** Genetic gain, genetic parameters, genetic diversity, tree improvement

### PENDAHULUAN

*Acacia crassicarpa* merupakan salah satu jenis cepat tumbuh yang mempunyai sebaran alami di Australia dan Papua New Guinea (PNG) (Thomson 1994). Jenis ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan *A. mangium* dan *A. auriculiformis* diantaranya adalah mampu beradaptasi dan lebih toleran pada lahan marginal terutama pada lahan kering dan terdegradasi (Gunn dan Midgley 1991; Suhartati et al. 2014), bahkan mempunyai

pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan *A. mangium* dan *A. auriculiformis* pada daerah terendam banjir secara musiman di Vietnam Tengah maupun pada lahan gambut di Sumatera (Harwood et al. 2015). Melihat banyaknya manfaat *A. crassicarpa*, sehingga jenis ini menjadi alternatif dalam pembangunan hutan industri sebagai bahan baku pulp terutama pada lahan gambut. Introduksi jenis *A. crassicarpa* diawali dengan pembangunan dan pengembangan *A. crassicarpa* di Indonesia pada tahun 1986-1987 di Riam Kiwa, Kalimantan Selatan dimana

program ini merupakan bagian dari kerjasama Indonesia-Finland Merchanised Nursery and Plantation Project (ATA-267) (Nirsatmanto 1998).

Sebagai jenis introduksi yang prospektif, telah dilakukan kegiatan pengembangan lebih lanjut untuk memperoleh tegakan yang berkualitas sehingga mampu meningkatkan produktifitasnya. Salah satu upaya kegiatan pemuliaan *A. crassicarpa* adalah melalui pembangunan uji keturunan generasi kedua. Pembangunan uji keturunan tersebut dilaksanakan dengan menggunakan basis genetik yang luas, dengan harapan akan diperoleh individu-individu superior. Evaluasi terhadap kegiatan pemuliaan *A. crassicarpa* telah dilakukan, diantaranya evaluasi kebun benih semai generasi pertama (Nirsatmanto 1998), evaluasi uji provenan (Hadiyan dan Leksono 2003).

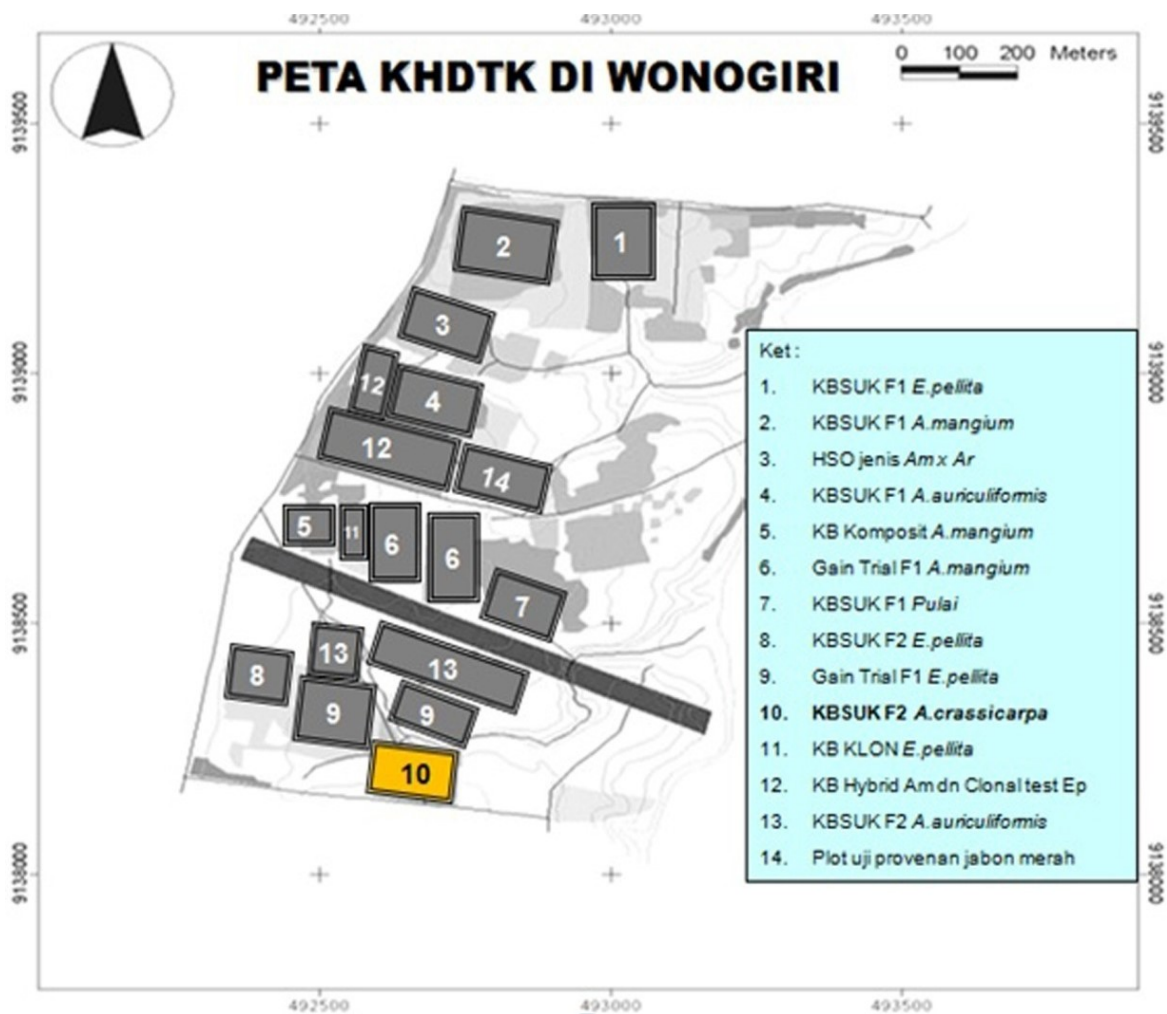
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan keragaman genetik jenis introduksi *A. crassicarpa* yang berasal dari provenan Papua Nugini (PNG) pada plot uji keturunan generasi kedua pada umur 36 bulan setelah tanam. Informasi pertumbuhan dan keragaman genetik pada plot uji keturunan generasi kedua

*A. crassicarpa* diharapkan bisa menjadi dasar dalam penyempurnaan strategi pemuliaan selanjutnya.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada plot uji keturunan generasi kedua jenis *A. crassicarpa* yang di bangun oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta di Wonogiri, Jawa Tengah (Leksono et al. 2005). Secara geografis lokasi penelitian terletak pada 7°32' LS dan 110°41'BT dengan ketinggian tempat 141 m dpl. Kondisi klimatologis lokasi penelitian termasuk beriklim tipe C (Schmidt-Fergusson) dengan curah hujan rata-rata per tahun 1.645 mm serta suhu rata-rata harian sebesar 26,5°C (Sunarti et al. 2013). Lokasi pembangunan plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* tersaji pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan di KHDTK Wonogiri (Leksono et al. 2005)

**Bahan dan alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman *A. crassicaarpa* umur 36 bulan yang terdapat pada plot uji keturunan generasi kedua. Peralatan yang digunakan meliputi: galah ukur, pita diameter, blanko pengukuran (*fieldnote*), dan komputer sebagai alat analisa data.

**BAHAN DAN METODE**

**Rancangan percobaan**

Rancangan percobaan dalam pembangunan plot Uji keturunan generasi kedua jenis *A. crassicaarpa* ini adalah rancangan acak lengkap berblok / *randomized complete block design* (RCBD) yang melibatkan 66 famili dari provenan Papua Nugini (PNG) , 6 ulangan, 4 pohon per plot (*tree-plot*) dengan jarak tanam 4 x 2 meter (Leksono et al. 2005).

**Pengumpulan data**

Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran beberapasisifat pertumbuhan dengan intensitas sampling 100%, meliputi tinggi total pohon, diameter batang setinggi dada, tinggi bebas cabang, kelurusan batang dan volume batang. Pengukuran total pohon, diameter batang setinggi dada dan tinggi bebas cabang dilakukan dengan sistem skala metrik, sedangkan untuk kelurusan batang diukur dengan menggunakan sistem skoring dari 1 sampai dengan 5 didasarkan pada tingkat kelurusan batang dengan kriteria sebagai berikut (Kartikaningtyas et al. 2017):

Skor 1: lengkungan batang > diameter batang

Skor 2: lengkungan batang  $\geq \frac{3}{4}$  diameter batang, tetapi kurang dari diameter batang

Skor 3: lengkungan batang  $\geq \frac{1}{2}$  diameter batang, tetapi kurang dari  $\frac{3}{4}$  diameter batang

Skor 4: lengkungan batang  $< \frac{1}{2}$  diameter batang

Skor 5: tidak terdapat lengkungan (lurus)

Data tinggi pohon serta diameter selanjutnya dipergunakan untuk menghitung volume batang setiap individu pohon ( $V_i$ ) dengan pendekatan persamaan volume batang *A. mangium* (Inose et al. 1991) sebagai berikut:

$$V_i = 0,000058806 \times D^{1.71772} \times H^{1.0809} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,  $D$  = diameter batang, dan  $H$  = tinggi total pohon.

**Analisis data**

Analisis varians dilakukan dengan menggunakan data individual pohon. Adapun model linier yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + F_j + E_{ijk}$$

Dimana,  $Y_{ij}$ ,  $\mu$ ,  $B_i$ ,  $F_j$ , dan  $E_{ij}$  berturut-turut adalah parameter yang diukur, rata-rata umum, efek replikasi ke- $i$ , efek famili ke- $j$  dan random error.

Nilai heritabilitas individu ( $h^2_i$ ) dan famili ( $h^2_f$ ) dihitung pada setiap parameter yang diukur dengan menggunakan persamaan (Zobel dan Talbert 1991) sebagai berikut:

$$h^2_i = 4 \cdot \sigma^2_f / [\sigma^2_f + \sigma^2_w] \dots\dots\dots (2)$$

$$h^2_f = \sigma^2_f / [\sigma^2_f + \sigma^2_w / nb] \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan,  $h^2_i$ : heritabilitas individu,  $h^2_f$ : heritabilitas famili,  $\sigma^2_f$ : komponen varians famili,  $\sigma^2_w$ : komponen varians interaksi replikasi x famili,  $\sigma^2_w$ : komponen varians dalam plot,  $b$ : rerata harmonik jumlah replikasi per famili,  $n$ : rerata harmonik jumlah pohon per plot.

Korelasi fenotipik ( $r_{pij}$ ) dan korelasi genetik ( $r_{gij}$ ) diantara parameter yang diukur dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Falconer 1981):

*Korelasi fenotipik:*

$$r_{pij} = cov_{w(i,j)} / (\sigma_{wi}^2 * \sigma_{wj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana,  $r_{pij}$ : korelasi fenotipik,  $cov_{w(i,j)}$ : komponen kovarians dalam plot sifat ke- $i$  dan ke- $j$ ,  $\sigma_{wi}$ : komponen varians dalam plotsifat ke- $i$ ,  $\sigma_{wj}$ : komponen varians dalam plotsifat ke- $j$

*Korelasi genetik:*

$$r_{gij} = cov_{f(i,j)} / (\sigma_{fi}^2 * \sigma_{fj}^2)^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana,  $r_{gij}$ : korelasi genetik,  $cov_{f(i,j)}$ : komponen kovarians famili sifat ke- $i$  dan ke- $j$ ,  $\sigma_{fi}$ : komponen varians famili sifat ke- $i$ ,  $\sigma_{fj}$ : komponen varians famili sifat ke- $j$

Indeks seleksi pada progeny test dihitung dengan melibatkan koefisien bobot aktual ( $b_i$ ), selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Yamada 1977):

$$b_i = Pw^{-1} \times \Delta P_i \dots\dots\dots (6)$$

$$I_{ik} = b_i \times \Delta y_{ki} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan,  $Pw^{-1}$ : *inverse* matriks varians dan kovarians fenotipik dalam plot,  $\Delta P_i$  adalah selisih perbedaan antara rata-rata populasi setelah seleksi I terhadap rata-rata populasi awal,  $\Delta y_{ki}$ : vektor nilai deviasi dalam plot individu pohon ke- $k$  di dalam sifat ke- $i$

Perolehan genetik famili berdasarkan indeks seleksi ( $\Delta g_f$ ) dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Lin 1978):

$$\Delta g_f = i (b' G_f / (b' \times P_f \times b_i))^{1/2} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana,  $G_f$ : matrik varians-kovarians genetik,  $P_f$ : matrik varian-kovarian fenotipik,  $b_i$ : vektor koefisien indeks.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Variasi genetik dan pertumbuhan

Penelitian evaluasi uji keturunan generasi kedua dilakukan pada plot uji keturunan generasi kedua jenis *A. crassicarpa* umur 36 bulan dengan mengukur beberapa sifat genetik. Analisis varians dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya pengaruh famili terhadap sifat yang diukur. Hasil analisis varian terhadap sifat yang diukur tersaji pada Tabel 1.

Pada umur 36 bulan, famili yang diuji memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua sifat yang diukur pada taraf uji sampai 1%. Rata-rata pertumbuhan pada umur 36 bulan dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata pertumbuhan *A. crassicarpa* pada umur 36 bulan tergolong baik pada lahan marginal di Wonogiri.

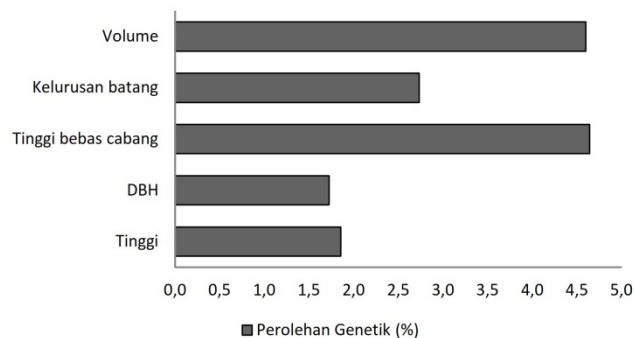
Nilai komponen varians famili maupun heritabilitas individu dan famili pada sifat yang diamati tersaji pada Tabel 2. Heritabilitas individu termasuk kategori sedang (0,14-0,30), sedangkan heritabilitas famili termasuk dalam kategori rendah sampai dengan sedang (0,28-0,46).

Korelasi genotip dan fenotip antar sifat pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan tersaji pada Tabel 3. Secara keseluruhan, korelasi genotip

lebih besar dibandingkan korelasi fenotip, kecuali pada korelasi diameter-kelurusan batang.

### Perolehan genetik

Penghitungan nilai perolehan genetik dilakukan pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan untuk semua sifat yang diukur. Lebih lanjut peningkatan nilai perolehan genetik masing-masing sifat tersaji pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Perolehan genetik masing-masing parameter pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan

**Tabel 1.** Hasil analisis varian sifat yang diukur pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan

Sumber variasi	Tinggi	Diameter	Tinggi bebas cabang	Kelurusan batang	Volume
Replikasi	90.802**	116.572**	39.947**	28.349**	1375.52**
Famili	3.527**	8.756**	9.39*	1.306**	207.467*
Eror	1.935	6.12	6.786	0.708	147.528

Keterangan: \*\*: signifikan pada level 1%, \* : signifikan pada level 5%

**Tabel 2.** Nilai rerata pertumbuhan, komponen varians dan heritabilitas masing-masing sifat yang diukur pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan

Parameter	Rerata	Komponen varians		Heritabilitas	
		Famili	Eror	Individu	Famili
Tinggi (m)	8.30	0.153	1.935	0.29	0.45
Diameter (cm)	9.62	0.253	6.120	0.16	0.30
Tinggi bebas cabang (m)	5.34	0.250	6.786	0.14	0.28
Kelurusan batang	2.51	0.057	0.708	0.30	0.46
Volume (x 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> )	28.30	5.758	147.528	0.15	0.29

**Tabel 3.** Korelasi genetik dan fenotipe antar sifat yang diukur pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicarpa* umur 36 bulan

Parameter	Tinggi	Diameter	Tinggi bebas cabang	Kelurusan batang	Volume
Tinggi	-	0.685	0.510	0.306	0.7249
Diameter	0.634	-	0.311	-0.096	0.6215
Tinggi bebas cabang	0.314	0.002	-	0.530	0.9069
Kelurusan batang	0.231	-0.036	0.370	-	0.5134
Volume	0.518	0.331	0.889	0.339	-

Keterangan; Angka bagian atas diagonal merupakan nilai korelasi genotip dan bagian bawah diagonal merupakan nilai korelasi fenotipe

Peningkatan nilai perolehan genetik dari semua sifat yang diukur adalah sebesar 1,72%-4,64%. Nilai perolehan genetik tertinggi terdapat pada sifat tinggi bebas cabang (4,64%) diikuti oleh volume (4,60%), kelurusan batang (2,74%), tinggi (1,86%) dan terendah terdapat pada sifat diameter (1,72%).

## Pembahasan

### *Variasi genetik dan pertumbuhan*

Kondisi pertumbuhan tanaman *A. crassicaarpa* umur 36 bulan pada plot uji keturunan generasi kedua yang ditanam pada lahan marginal menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan yang cukup baik (Tabel 2). Sebagaimana diungkapkan oleh Sunarti et al. (2013) bahwa tanah di Wonogiri yang berdampingan dengan plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicaarpa* merupakan kategori tanah marginal dengan curah hujan yang relatif rendah. Salah satu keunggulan dari *A. crassicaarpa* adalah jenis ini mudah beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrim (Haneda et al. 2017) termasuk pada lahan marginal. Pada habitat aslinya jenis ini mampu tumbuh pada curah hujan 957-2975 mm dengan ketinggian tempat sampai dengan 450 m dpl (Thomson 1994). Berdasarkan hal tersebut, lokasi plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicaarpa* di Wonogiri telah memenuhi persyaratan pertumbuhan jenis tersebut.

Hasil analisis varians pada umur 36 bulan menunjukkan bahwa famili yang diuji memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua sifat yang diukur (Tabel 1). Adanya variasi famili yang tinggi pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicaarpa* mengindikasikan adanya variasi genetik yang masih cukup lebar dari pohon induk disebaran alamnya, walaupun jenis ini sudah dimuliakan sampai generasi kedua. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Hanchor et al. (2016) yang menunjukkan bahwa famili tidak berpengaruh nyata terhadap kelurusan batang pada uji keturunan *A. crassicaarpa* umur 12; 12,5; 13 dan 13,5 tahun di Thailand dan adanya variasi famili hanya berpengaruh nyata terhadap tinggi, diameter dan volume batang.

Estimasi komponen varians pada masing-masing sifat mempunyai nilai yang berbeda (Tabel 2). Nilai proporsi komponen varian famili terhadap komponen varian total berkisar antara 3,55%-7,45%, dimana proporsi terbesar ditemukan pada sifat kelurusan batang. Besaran nilai komponen varians famili ini akan memberikan pengaruh terhadap nilai heritabilitas. Sebagaimana diketahui bahwa heritabilitas merupakan perbandingan antara varians genetik dengan varians total dalam suatu populasi (Wright 1976; Zobel dan Talbert 1991; Fins et al. 1991). Berdasarkan hal tersebut maka wajar jika sifat kelurusan batang mempunyai nilai heritabilitas yang tinggi dibandingkan sifat lainnya (Tabel 2), mengingat bahwa sifat ini mempunyai proporsi komponen varians famili terhadap komponen varian total tertinggi dibanding sifat lainnya. Heritabilitas individu pada sifat yang diukur termasuk kategori sedang (0,14-0,30), sedangkan heritabilitas famili termasuk dalam kategori rendah sampai dengan sedang (0,28-0,46). Kategori tersebut didasarkan pada pendapat Cotterill dan Dean (1990) yang mengelompokkan heritabilitas individu kategori rendah ( $\leq 0,1$ ), sedang (0,1-0,3) dan tinggi ( $> 0,3$ ), sedangkan untuk

heritabilitas famili kategori rendah ( $\leq 0,4$ ), sedang (0,4-0,6) dan tinggi ( $> 0,6$ ). Heritabilitas famili kategori rendah sampai dengan sedang juga ditunjukkan pada kebun benih semai generasi pertama jenis *A. crassicaarpa* di Sumatera Selatan dengan kisaran nilai 0,27-0,47 (Nirsatmanto 1998). Penelitian Hanchor et al. (2016) menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan nilai heritabilitas famili seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Kisaran nilai heritabilitas yang sedang mencerminkan bahwa faktor genetik maupun lingkungan mempunyai andil yang hampir sama dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tingginya nilai heritabilitas pada sifat kelurusan batang mengindikasikan bahwa sifat ini dapat dijadikan salah satu kriteria dalam kegiatan seleksi. Sebagaimana disampaikan oleh Hardiyanto (1996), bahwa dengan nilai heritabilitas yang tinggi pada sifat diameter dan kelurusan batang, maka kedua sifat tersebut dapat dijadikan kriteria dalam seleksi yang dapat meningkatkan nilai perolehan genetik.

Korelasi genotip dan fenotip antar sifat pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicaarpa* umur 36 bulan menunjukkan bahwa korelasi genotip lebih besar dibandingkan korelasi fenotip, kecuali pada korelasi diameter-kelurusan batang. Korelasi negatif antara diameter-kelurusan batang mencerminkan bahwa kriteria seleksi dengan menggunakan sifat diameter tidak akan memberikan perbaikan pada sifat kelurusan batang. Hal ini berbeda dengan korelasi antara tinggi dan kelurusan batang yang bernilai positif (Tabel 3). Pada korelasi ini mencerminkan bahwa penggunaan sifat tinggi sebagai kriteria dalam seleksi akan diikuti dengan adanya perbaikan dalam kelurusan batang suatu individu. Selain korelasi terhadap kelurusan batang, korelasi sifat tinggi dengan sifat lainnya juga menunjukkan nilai yang tinggi dan bersifat positif. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi dengan menggunakan kriteria sifat tinggi akan menguntungkan dan memberikan peningkatan nilai perolehan genetik pada sifat lainnya. Tingginya korelasi antar sifat pertumbuhan tanaman (tinggi-diameter) juga ditemukan pada KBSUK generasi ketiga *A. mangium* (Handayani et al. 2017).

### *Perolehan genetik*

Peningkatan nilai perolehan genetik dari masing-masing sifat yang diukur adalah sebesar 1,72%-4,64%. Peningkatan nilai perolehan genetik tertinggi terdapat pada sifat tinggi bebas cabang yang diikuti oleh volume batang, kelurusan batang, tinggi dan diameter (Gambar 2). Seperti telah diungkapkan sebelumnya bahwa salah satu kriteria dalam seleksi pada plot uji keturunan generasi kedua *A. crassicaarpa* ini adalah sifat kelurusan batang, dimana sifat ini mempunyai heritabilitas famili yang tinggi. Selain nilai heritabilitas yang tinggi, sifat kelurusan batang juga mempunyai korelasi positif terhadap tinggi bebas cabang. Namun demikian korelasi yang kuat juga ditemukan pada tinggi-tinggi bebas cabang (Tabel 3) yang juga telah berkontribusi terhadap nilai perolehan genetik yang tinggi pada sifat tinggi bebas cabang, begitu pula sebaliknya. Seperti telah diketahui bahwa nilai heritabilitas yang tinggi serta kuatnya korelasi antar sifat akan menguntungkan apabila sifat tersebut dijadikan sebagai kriteria seleksi,

sehingga akan berdampak pada peningkatan nilai perolehan genetik yang tinggi pada sifat lainnya. Tingginya nilai perolehan genetik pada sifat tinggi bebas cabang merupakan dampak dari kegiatan seleksi, dengan kriteria seleksi sifat kelurusan batang dan tinggi. Penelitian Nirsatmanto dan Kurinobu (2002) pada kebun benih semai jenis *A. mangium* (provenan PNG) menunjukkan hasil yang sama dimana tinggi bebas cabang mempunyai nilai perolehan genetik yang paling besar dibandingkan sifat lainnya pada seleksi pertama (1,75%) maupun seleksi kedua (0,43%). Perolehan genetik tinggi bebas cabang yang besar pada penelitian ini diikuti dengan perolehan genetik yang besar pada volume batang. Hal ini dapat dipahami karena volume batang merupakan fungsi dari tinggi dan diameter. Namun demikian nilai perolehan genetik tersebut bisa berubah seiring dengan bertambahnya umur tanaman, dimana nilai perolehan genetik akan cenderung menurun seiring dengan perkembangan pertumbuhan tegakan dan naiknya tingkat persaingan antar pohon (Eldridge 1982; Zobel dan Talbert 1991).

## KESIMPULAN

Variasi genetik pada plot uji keturunan generasi kedua jenis *A. crassicarpa* umur 36 bulan masih cukup lebar dari pohon induk pada sebaran alamnya. Adanya korelasi genotip dan fenotip antar sifat menunjukkan bahwa korelasi genotip lebih besar dibandingkan korelasi fenotip, kecuali pada korelasi diameter kelurusan batang. Peningkatan perolehan genetik berkisar antara 1,72%-4,64%, dengan perolehan genetik tertinggi terdapat pada sifat tinggi bebas cabang (4,64%).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan untuk seluruh anggota Tim Peneliti Populasi Pemuliaan untuk Unggulan Kayu Pulp di BBPPBPTH atas bantuan dan kerjasamanya dalam penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Cotterill PP, Dean CA. 1990. *Successful Tree Breeding with index Selection*. Melbourne, Australia.
- Eldridge KG. 1982. Genetic improvements from a radiata pine seed orchards. *N Z J For Sci* 12: 404-411.
- Falconer DS. 1981. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Inc. New York.
- Fins L, Friedman S, Britschol J. 1991. *Handbook of Quantitative Forest Genetics*. Kluwer, London.
- Gunn BV, Midgley SJ. 1991. *Advances in Tropical Acacia Research: Exploring and accessing the genetic resources of four selected tropical acacias*. In: Turnbull J (eds); *Proceedings of a Workshop Held in Bangkok, Thailand, 11-15 February 1991*.
- Hadiyan Y, Leksono B. 2003. Variasi pertumbuhan tanaman pada uji provenansi *Acacia crassicarpa* umur 9 tahun di Lipat Kain, Riau. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 1: 101-110.
- Hanchor U, Maelim S, Suanpaga W, Park JM, Kang KS. 2016. Growth Performance and Heritability Estimation of *Acacia crassicarpa* in a Progeny Trial in eastern Thailand. *Silvae Genetica* 65 (2). [www.degruyter.com/view/j/sg.2016.65.issue-2/sg-2016-0017/sg-2016-0017.xml](http://www.degruyter.com/view/j/sg.2016.65.issue-2/sg-2016-0017/sg-2016-0017.xml).
- Handayani BR, Sunarti S, Nirsatmanto A. 2017. Selection and genetic gain in third-generation seedling seed orchard of *Acacia mangium*. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 11: 57-66.
- Haneda NF, Retmadhona IY, Nandika Y, Arinana. 2017. Biodiversitas of subterranean termite on the *Acacia crassicarpa* plantation. *Biodiversitas* 18: 1657-1662.
- Hardiyanto EB. 1996. Genetik parameter estimates for stem form and diameter in two *Pinus merkusii* Jungh. de Vriese progeny tests in Java Indonesia. In: Dieters MJ, Matheson AC, Nikles DG, Harwood CE, Walker SM (eds); *Tree Improvement for sustainable Tropical Forest*. QFRI-IUFRO Confrence, Queensland, Australia, 27 October-1 November 1996.
- Harwood CE, Hardiyanto EB, Yong WC. 2015. Genetic improvement of tropical acacias: achievements and challenges. *Southern Forests J For Sci* 77: 11-18.
- Inose M, Nakamura T, Saridi Z. 1991. Yield Prediction Table and Estimation of Site-Class by Site Class Indicators on *Acacia mangium* in SAFODA Plantation, Sabah.
- Kartikaningtyas D, Setyaji T, Nirsatmanto A. 2017. Volume tegakan *Acacia mangium* pada plot uji perolehan genetik dengan kerapatan tinggi. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 11: 113-122.
- Leksono B, Nirsatmanto A, Setyaji T, Surip. 2005. General information of seed source (F-2) of *A. mangium*, *A. crassicarpa* and *E. pellita* establishment in Wonogiri. Central Java, Yogyakarta.
- Lin CY. 1978. Index selection for genetic improvement of quantitative characters. *Theor App Genet* 52: 49-56.
- Nirsatmanto A. 1998. Growth and Performance of *Acacia crassicarpa* Seedling Seed Orchards in South Sumatra, Indonesia. In: Turnbull J, Crompton H, Pinyopusarerk K (eds). *Recent developments in acacia planting; Proceedings of an international workshop held in Hanoi, Vietnam, 23-30 October 1997*.
- Nirsatmanto A, Kurinobu S. 2002. Trend of within-plot selection practiced in two seedling seed orchards of *Acacia mangium* in Indonesia. *J For Res* 7: 49-52.
- Suhartati, Rahmayanto Y, Daeng Y. 2014. Dampak penurunan daur tanaman HTI *Acacia* terhadap kelestarian produksi, ekologis dan sosial. *Info Teknis Eboni* 11: 103-116.
- Sunarti S, Na'iem M, Hardiyanto EB, Indrioko S. 2013. Breeding Strategy of Acacia Hybrid (*Acacia mangium* × *A. auriculiformis*) to Increase Forest Plantation Productivity in Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)* 19: 128-137.
- Thomson LAJ. 1994. *Acacia aulacocarpa, A. cincinnata, A. crassicarpa and A. wetarensis: an annotated bibliography*. CSIRO, Division of Forestry, Australia Tree Seed Centre, Canberra, Australia.
- Wright JW. 1976. *Introduction to Forest Genetics*. Academic Press Inc New York.
- Zobel B, Talbert J. 1991. *Applied forest tree improvement 7<sup>th</sup> ed*. Waveland Press, Prospect Heights, IL.

# Pengaruh pemupukan dan ukuran rimpang bibit terhadap kandungan kurkumin temulawak (*Curcuma zanthorrhiza*)

## Pengaruh pemupukan dan ukuran rimpang bibit terhadap kandungan kurkumin temulawak (*Curcuma zanthorrhiza*)

EKO BINNARYO MEI ADI\*, SRI INDRAYANI, ENUNG SRI MULYANINGSIH

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Indonesia. Tel./fax.: +62-21-8754587\*email: oke20adi@yahoo.com

Manuskrip diterima: 26 Maret 2018. Revisi disetujui: 28 Juni 2018.

**Abstrak.** *Adi EBM, Indrayani S, Mulyaningsih ES. 2018. Pengaruh pemupukan dan ukuran rimpang bibit terhadap kandungan kurkumin temulawak (Curcuma zanthorrhiza). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 58-62.* Tanaman temulawak dibudidayakan menggunakan rimpang sebagai bahan perbanyak. Didalam rimpangnya mengandung kurkumin yang berwarna kuning, sebagai bahan aktif golongan fenolik. Kurkumin dapat digunakan sebagai bahan baku dalam industry jamu sehingga temulawak merupakan tanaman rempah dan obat. Untuk menyediakan bahan baku bermutu dengan kandungan kurkumin dalam rimpang yang baik diperlukan suatu metode budidaya yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respon pemupukan dan umur panen yang tepat pada budidaya temulawak untuk meningkatkan kandungan kurkumin dalam rimpang. Faktor percobaan meliputi teknik budidaya (organik, anorganik dan semiorganik), factor umur panen dan ukuran rimpang primer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rimpang primer ukuran 100-150 g menghasilkan kandungan kurkumin rata-rata 1,26%. Umur panen terbaik adalah 12 bulan setelah tanam untuk memperoleh kandungan kurkumin yang tinggi yaitu rata-rata 1,7%, pada fase vegetative aktif.

**Kata kunci:** Kurkumin, pemupukan organik, temulawak

**Abstract.** *Adi EBM, Indrayani S, Mulyaningsih ES. 2018. The effect of fertilizer and rhizomes seed size to curcumin content in java turmeric (Curcuma xanthorrhiza). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 58-62.* Java turmeric plant cultivated using rhizomes. In rhizome contains compound of curcumin with yellowish color as phenolic compound. Curcumin can be used in herbal medicine industry (jamu), so that java turmeric is spice and medicinal plant. To obtain good qualities of material with high curcumin content in the rhizome would be needed appropriate cultivation method. This study aimed to evaluate the respond of fertilizer and harvest time difference to improving the content of curcumin in the rhizomes. The research factor are cultivation technique (organic, inorganic and semi organic), time of harvesting and size of primer rhizome. The result showed that the size of primary rhizome (100-150 g) produces curcumin contains 1.26%. Harvest time is the best done while plant was 12 month after planting with a high curcumin contain 1.7% at active vegetative phase.

**Keywords:** Curcumin, Java turmeric, organic fertilizer

### PENDAHULUAN

Temulawak merupakan tanaman yang diperbanyak melalui bagian vegetative berupa rimpang. Bagian tanaman yang terdapat dalam tangah yang dengan ciri berbuku dimana terdapat mata tunas pada setiap bukunya. Rimpang terbagi menjadi dua bagian yaitu rimpang primer atau rimpang induk dan rimpang sekunder atau cabang, selain itu juga terkadang terdapat umbi yang dihubungkan dengan akar. Petani dalam budidaya temulawak menggunakan benih yang berasal dari rimpang induk (primer) atau rimpang cabang (sekunder) yang ditanam kembali. Kedua jenis rimpang ini bila digunakan untuk benih akan memberikan hasil yang berbeda (Ondari et al. 1975). Bobot rimpang sebagai bahan tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil temulawak (A'ayun et al. 2015). Benih temulawak yang ditanam biasanya berasal dari

rim pang primer utuh. Penyediaan benih dengan cara tersebut akan menjadi tidak ekonomis, karena rimpang primer merupakan bahan baku industri.

Penyediaan bahan mentah temulawak dan ekstrak temulawak dari petani mengalami kendala, berupa rendahnya produktivitas rimpang dan rendahnya kandungan kurkumin dalam rimpang (Nihayati et al. 2013). Hal ini disebabkan oleh metode budidaya yang menjadikan temulawak sebagai tanaman sela sehingga dalam budidayanya tidak diketahui hara yang sesuai untuk pertumbuhan optimal temulawak. Dampak dari metode budidaya kurang tepat akan menghasilkan rimpang dengan kandungan kurkumin rendah dan kualitas rimpang yang beragam.

Selain metode pemupukan yang belum standar dalam budidaya temulawak umur panen juga akan mempengaruhi kualitas rimpang temulawak yang akan dipanen. Perbedaan

umur panen pada umur empat, enam dan delapan bulan menunjukkan terjadi perbedaan kandungan kurkumin pada rimpang temulawak (Hatmi dan Febrianty 2014). Berdasarkan penelitian Raharjo dan Nur (2007) temulawak dapat dipanen pada umur sembilan bulan setelah tanam, Sementara Hayani (2006) temulawak dipanen pada enam dan delapan bulan, menunjukkan kandungan kurkumin yang berbeda.

Perbedaan informasi umur panen, ukuran bibit, dosis dan jenis pupuk yang belum diketahui secara tepat. Peningkatan kandungan kurkumin dalam rimpang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan rimpang primer bibit, dan penggunaan pupuk (jenis dan dosis) serta umur panen temulawak yang menghasikan kurkumin tertinggi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan Kebun Plasma Nutfah Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Bogor, Jawa Barat. Lahan percobaan terdapat di bawah naungan tanaman kemang koleksi dari tahun 1980-an dengan intensitas cahaya 60%, jenis tanah latosol (pH: 6,4). Pelaksanaan dimulai pada bulan minggu keempat Januari 2015 hingga minggu ketiga Januari 2016. Bahan percobaan berupa rimpang umbi primer berasal dari Yogyakarta hasil koleksi yang didapatkan tahun 2014. Bahan yang digunakan meliputi, rimpang temulawak, kompos, pupuk urea, TSP dan KCl.

Penelitian menggunakan rancangan petak terbagi dengan petak utama perlakuan pupuk dengan tiga taraf yaitu pemupukan anorganik, kombinasi pemupukan organik dan anorganik, dan pemupukan organik. Kombinasi perlakuan disajikan pada Table 1.

Pemberian pupuk dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada umur 2 (mst.) dan 18 minggu setelah tanam. Pemupukan dua minggu setelah tanam diberikan adalah 100 kg/ha SP-36 perlakuan anorganik, perlakuan semi organik lima puluh persen anorganik dan lima puluh persen pupuk organik, dan perlakuan organik 70 ton/ha (kompos), yang dimasukkan ke dalam lubang sedalam 5 cm pada jarak 10 cm dari bibit yang baru ditanam. Larikan atau lubang pupuk kemudian ditutup dengan tanah. Sesaat setelah pemupukan tanaman langsung disiram untuk mencegah kekeringan. Pemupukan kedua diberikan pada umur 18 (mst.) dengan dosis pemupukan anorganik (10 ton kompos/ha + 95kg urea /ha + 85kg KCl/ha), semiorganik lima puluh pemupukan organik dan lima puluh persen anorganik, pemupukan organik (70 ton kompos/ ha). Faktor

anak petak terdiri dari tiga ukuran rimpang yaitu 50-80 g, 100-150 g, 200-250 g, dengan jarak tanam 0,5 x 0,6 m dan ukuran bedengan 1 x 5 m. Sebelum ditanam rimpang temulawak dipecahkan dormansinya.

Analisis kandungan kurkumin (%) dilakukan pada umur delapan, sepuluh dan duabelas bulan setelah tanam, tiga tanaman dipanen sebagai sampel dari tiap perlakuan. Selanjutnya rimpang primer yang telah dipanen dicampur untuk memperoleh rimpang gabungan seluruh ulangan. Sebanyak 250 g rimpang campuran dikirim ke Laboratorium Pusat Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) Bogor, Jawa Barat untuk dilakukan analisis kandungan kurkumin. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan diagram batang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi umum pertanaman selama pelaksanaan penelitian

Selama percobaan berjalan kurang lebih 12 bulan dari tanam hingga panen dan analisa kurkumin pada rimpang, dari fase vegetatif aktif, kemudian fase dormansi selama musim kemarau, hingga vegetatif aktif kembali pada awal musim hujan. Curah hujan rata-rata tiap bulan tersaji pada Gambar 1. Hujan tertinggi terjadi bulan Januari 2016 (765 mm) dan terendah pada Juli 2015 (0 mm). Siklus hujan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, pada tanaman rimpang seperti temulawak siklus vegetatif aktif terjadi pada saat tersedia cukup air. Pada musim hujanair tersedia dalam jumlah cukup, sehingga rimpang cenderung bertunas dan dewasa untuk menghasilkan rimpang baru. Memasuki musim kemarau tanaman temulawak mulai menguning dan mengalami dormansi (Prana 1985). Masa dorman pada tumbuhan merupakan usaha penyelamatan diri dari kondisi cekaman lingkungan seperti kekeringan, cekaman suhu, dan lainnya. Di daerah Subtropis jenis-jenis *Curcuma* mengalami dormansi pada musim dingin, dan pada daerah tropis pada musim kemarau (Kristina et al. 2010).

**Table 1.** Kombinasi tiga perlakuan pemupukan dan tiga ukuran rimpang bibit temulawak

Perlakuan pupuk	Masa rimpang		
	R1 (50-80 g)	R2 (100-150 g)	R3 (200-250 g)
P1 (pemupukan anorganik)	P1R1	P1R2	P1R3
P2 (pemupukan semiorganik)	P2R1	P2R2	P2R3
P3 (Pemupukan organik)	P3R1	P3R2	P3R3

**Table 2.** Kandungan hara kompos produksi KPN Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI yang digunakan

pH	N (%)	P (%)	K (%)	C-organik (%)	C/N rasio	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
7,6	2,42	3	0,11	31,21	12,90	51,3	55,65	0,27	0,17

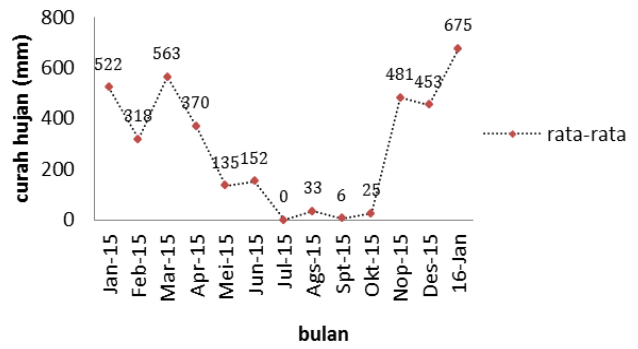
Selama penelitian pertumbuhan vegetative aktif tanaman terjadi pada bulan Februari hingga Mei 2015. Tanaman mulai menguning pada akhir bulan Juni dan kering pada bulan Agustus, dan tumbuh kembali bulan Nopember. Selama pengambilan sampel didapatkan rimpang dormansi pada umur 8 bulan yang ditandai dengan tidak adanya tanaman bagian atas hanya didapati rimpang di dalam tanah dalam kondisi dorman. Rimpang fase awal vegetatif pada umur 10 bulan ditandai dengan adanya tunas-tunas yang baru mulai muncul pada permukaan tanah dan belum membentuk helaian daun, terkadang tunas belum keluar dari permukaan tanah semua rimpang sudah mulai bertunas. Fase vegetative aktif pada temulawak ditandai dengan mulai munculnya helaian daun pada umur 12 bulan, dan mulai membusuknya rimpang tua, sehingga rimpang tua sudah tidak dapat dipanen.

**Kandungan kurkumin rimpang primer**

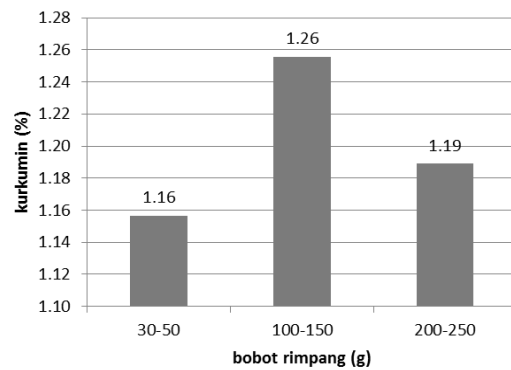
kurkuminoid merupakan senyawa berwarna kuning yang diakumulasi pada rimpang tanaman temu-temuan, tanaman perennial yang termasuk Zingiberaceae (Kita et al. 2008). Perbedaan ukuran rimpang primer yang digunakan untuk bibit menunjukkan bahwa (Gambar 2.), ukuran rimpang primer 100-150 g menghasilkan rata-rata kurkumin tertinggi (1,26%) pada semua umur panen, diikuti rimpang primer 200-250 g (1,19%) dan 30-50 g (1,16%). Bobot rimpang indukan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (A'yun et al. 2015). Penggunaan rimpang primer ukuran 100-150 g untuk bibit akan menghasilkan rimpang dengan kurkumin yang tinggi dibandingkan rimpang primer yang lebih besar (200-250 g) hal ini akan mengakibatkan penggunaan rimpang primer untuk bibit yang lebih efisien.

Penggunaan rimpang ukuran menengah (100-150 g) memungkinkan terdapatnya karbohidrat sebagai cadangan makanan yang akan dirombak menjadi energi pada proses metabolisme yang akan ditransfer ke titik tumbuh untuk pertumbuhan tanaman (Hopkin dan Norman 2004). Setelah tanaman tumbuh kemudian diikuti dengan pembentukan rimpang baru. Pembentukan rimpang terjadi pada fase vegetative lambat, dimana daun-daun sudah tidak bertambah dan diikuti dengan mulai menguningnya daun tua, hingga tanaman mati seluruhnya. Umur rimpang 12 bulan menunjukkan peningkatan kurkumin hampir dua kali lipat dari umur rimpang panen 8 dan 10 bulan dari 0,93-0,94% menjadi 1,71% atau naik hingga 181,9%. Umur 12 bulan telah memasuki masa awal vegetative aktif yang ditandai dengan munculnya tanaman baru.

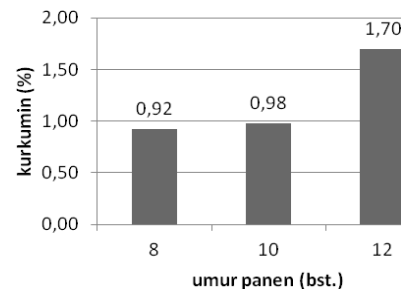
Tingginya kandungan kurkumin pada rimpang muda diduga karena kurkumin disintesis pada bagian tanaman muda, sehingga pada rimpang umur 12 bulan setelah tanam memiliki kandungan kurkumin yang lebih tinggi. Menurut Ahumada et al. (2006) dan Kita et al. (2008) Biosintesa curcumin melalui jalur enzim *phenylpropanoid*. Awal reaksi jalur *phenylpropanoid* ini akan menghasilkan enzim *Phenylalanine ammonia lyase* (PAL), enzim tersebut terdapat pada rimpang muda dalam konsentrasi yang tinggi. Aktivitas enzim PAL pada jaringan muda yang menghasilkan kurkumin, sehingga akan menentukan tingginya kurkumin pada rimpang muda.



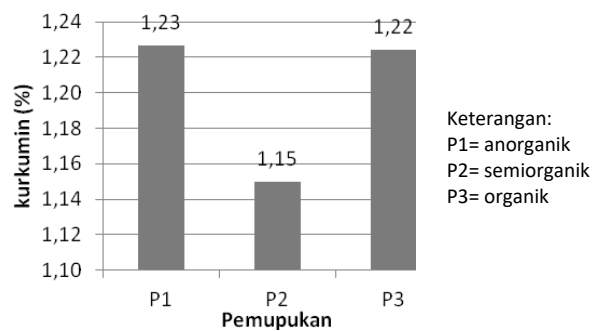
**Gambar 1.** Curah hujan rata-rata bulanan periode Januari 2015 hingga Januari 2016 sumber; BMKG kota Bogor 2016



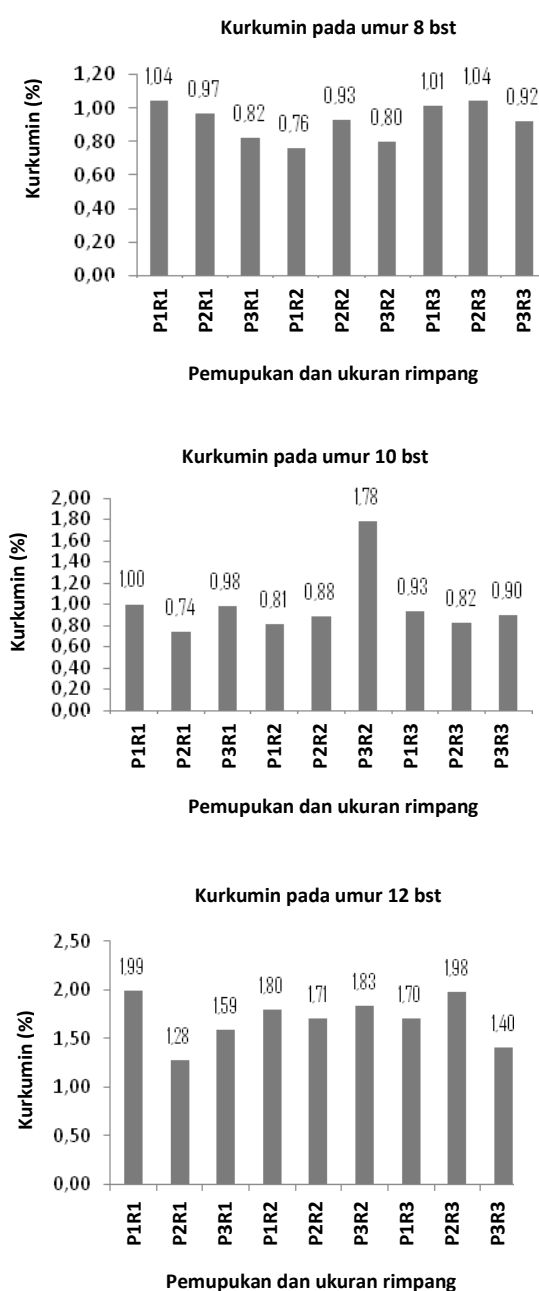
**Gambar 2.** Perbedaan bobot rimpang primer indukan terhadap hasil kurkumin



**Gambar 3.** Kandungan kurkumin pada rimpang umur delapan, sembilan dan sepuluh bulan setelah tanam



**Gambar 4 .** Beberapa perlakuan pemupukan terhadap kandungan kurkumin rimpang temulawak



**Gambar 5.** Hubungan antara bobot rimpang, umur panen, pemupukan pada kandungan kurkumin rimpang pada umur panen delapan, sepuluh dan duabelas bulan setelah tanam.

Penggunaan pupuk organik dalam budidaya tanaman untuk menjaga kesuburan tanah dalam jangka panjang. Aplikasi pupuk (Gambar 4.) yang digunakan untuk menghasilkan kurkumin tinggi pada rimpang temulawak adalah pemupukan organik dan anorganik menghasilkan rata-rata kandungan kurkumin sekitar 1,22%, sedangkan pemupukan semiorganik menghasilkan 1,15% berdasarkan penelitian Nihayati et al. (2013) ketersediaan hara dalam tanah akan mempengaruhi kandungan kurkumin pada temulawak. Pemberian pupuk K sebesar 200 kg/ha pada tanah alfisol akan meningkatkan kandungan kurkumin dalam rimpang temulawak. Menurut Karthikeyan et al.

(2012) pemberian 200 kg  $K_2O$ /ha dan 20 kg  $MgSO_4$ /ha dapat meningkatkan kurkumin hingga 4,8% pada tanaman kunyit. Diduga kalium yang terdapat pada pupuk anorganik dan organik terdapat dalam jumlah yang mencukupi sehingga dapat meningkatkan kandungan kurkumin lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan semiorganik.

Pemberian pupuk organik dikombinasikan dengan *Azospirillum* dan *Mikoriza*, dapat meningkatkan kurkumin hingga 4,57% pada kunyit (Velmurugan et al. 2008). Penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan produksi metabolit sekunder pada tanaman. Pada tanaman *Labisia pumilia* karbohidrat dan produksi penolik berkorelasi positif (Ibrahim et al. 2013). Kurkumin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder golongan fenolik. Kandungan kurkumin pada rimpang temulawak merupakan hasil metabolit sekunder dari tanaman temulawak, Menurut Srivita (2013), komponen utama rimpang temulawak terbagi atas tiga fraksi yaitu pati, kurkuminoid, dan minyak atsiri, dengan komposisi masing-masing: 48-59,64%; 1,6-2,2% dan 1,48-1,63%. Pati merupakan komponen utama dalam rimpang temulawak (Hadipoentyanti and Siti 2007).

Berdasarkan data Gambar 5 nampak bahwa pada umur panen delapan bulan, kandungan kurkumin tertinggi diperoleh dari pemupukan organik dengan ukuran rimpang 100-150 g. Pada umur panen 12 bulan, kurkumin tertinggi diperoleh dari perlakuan rimpang kecil (50-80 g) dengan pupuk anorganik (1,99%) dan ukuran rimpang menengah (100-150 g) dengan pupuk semiorganik (1,98%).

Secara umum peningkatan kandungan kurkumin tertinggi terjadi pada umur 12 bulan, kandungan kurkumin lebih dari 1%. Pada umur 12 bst, temulawak mengakumulasi biomasa dalam rimpang dari pertumbuhan sebelumnya. Besarnya akumulasi biomasa berkorelasi dengan peningkatan metabolit sekunder. Pati merupakan hasil utama dari metabolisme yang berfungsi sebagai precursor pada metabolisme selanjutnya, seperti metabolisme fenolik (Taiz and Zeiger 2010). Sintesis kurkumin sebagai bahan aktif tidak hanya dipengaruhi oleh jenis tanah, umur panen, ketersediaan hara tetapi juga oleh kandungan pati dalam rimpang (Nihayati et al. 2013) dan juga fase pertumbuhan tanaman.

## KESIMPULAN

Kadar kurkumin dalam rimpang temulawak lebih banyak dipengaruhi oleh fase pertumbuhan tanaman. Salah satu fase pada pertumbuhan tanaman temulawak adalah fase vegetatif dimana tanaman sedang aktif untuk tumbuh dan berkembang. Pada fase vegetatif jaringan muda tanaman temulawak mulai aktif memproduksi metabolit sekunder golongan fenolik. Pada temulawak metabolit sekunder berupa kurkumin yang sudah mulai diproduksi pada jaringan rimpang muda sehingga untuk mendapatkan rimpang dengan kurkumin tinggi didapatkan pada rimpang muda yang sedang dalam masa vegetatif. Hasil tertinggi diperoleh pada umur panen 12 bst, pada perlakuan rimpang kecil (50-80 g) dengan pemupukan anorganik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Oktri Yurika, yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini, kepada bapak Dody Priadi atas sumbang saran dan bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini. Kepada DIPA Kebun Plasma Nutfah Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI tahun 2015, yang telah membiayai seluruh kegiatan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- A'yun LQ, Maghfoer MD, Wardiyati T. 2015. Pengaruh panjang tunas dan bobot rimpang terhadap pertumbuhan tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Produksi Tanaman* 3 (7): 600 - 606.
- Ahumada MCR, Barbara NT, David RG. 2006. Biosynthesis of curcuminoids and gingerols in turmeric (*Curcuma longa*) and ginger (*Zingiber officinale*): Identification of curcuminoid synthase and hydroxycinnamoyl-CoA thioesterases *Phytochemistry* 67: 2017-2029.
- Hadipoentiyanti E, Siti FS. 2007. Response temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) resulting the second generation of the tissue culture methods by application of fertilization. *J Litri* 13 (3): 106-110.
- Hayani E. 2006. Analisis kandungan rimpang kimia rimpang temulawak. Dalam: Hidayati N. (ed) *Prosiding Temu Teknis Tenaga Fungsional*. Bogor 7-8 September 2006.
- Hopkin WG, Norman P. 2004. *Introduction to Plant Physiology*. 3rd. edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Ibrahim MH, Hawa ZEJ, Ehsan K, Ali G. 2013. Impact of organic and inorganic fertilizers application on the phytochemical and antioxidant activity of Kacip Fatimah (*Labisia pumila* Benth), *Molecules* 18 (9): 10973-10988.
- Karthikeyan PK, Muthuraman R, Patricia I, Menachem A. 2012. Application of potassium and magnesium on turmeric (*Curcuma longa*) to increase productivity in Inceptisols. *J Arch Agron Soil Sci* 58 (1): 147-150.
- Kita T, Imai S, Sawada H, Kumagai H, Seto H. 2008. The biosynthetic pathway of curcuminoid in turmeric (*Curcuma longa*) as revealed by (13) C-labeled precursors. *Biosci Biotechnol Biochem* 72 (7): 1789-1798.
- Kristina NN, Nurliani B, Mono R, Ireng D, Susi P, Wawan L, Totong S, Suryatna, Hendra, Ramdhan. 2010. Evaluasi 15 aksesi temulawak berdasarkan indikator geografis untuk meningkatkan produksi >20%. *Laporan Teknis Penelitian Tahun Anggaran 2010 Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor*.
- Nihayati E, Tatik W, Rurini R, Soemarno. 2013. The curcumin content of temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.) rhizome as affected by n, k and micronutrients B, Fe, Zn. *Agrivita* 35 (3): 218-226.
- Ondari, Abisono, Sudiarto. 1975. Pengaruh penjemuran serta ukuran bibit terhadap hasil rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Simposium Penelitian Tanaman Obat I. Bogor* 8-9 Desember 1975.
- Prana MS. 1985. Beberapa aspek biologi temulawak. *Dalam* *Prosiding Simposium Temulawak, Dies Natalis Universitas Padjajaran ke-28*. Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran. Bandung 17-18 September 1985.
- Rahardjo M, Nur A 2007. Pengaruh pemupukan organik terhadap produksi dan mutu tiga nomor harapan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* roxb.) di Cibinong Bogor. *Bul. Littro* 13 (1): 29 - 38.
- Srivita E S 2013. Isolasi dan Analisis Kimia Minyak atsiri dari Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan Gas Kromatografi Spektrometer Massa (GC - MS) dan Uji Aktivitas Anti Bakteri, Tesis, Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Taiz L, Zeiger E. 2010. *Plant Physiology*. 5th ed, Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- Velmurugan M, Chezhiyan N, Jawaharlal M. 2008. Influence of organic manures and inorganic fertilizers on cured rhizome yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cv. BSR-2. *Intl J Agric Sci* 4 (1): 142-145.

# Keanekaragaman anggrek di Daerah Istimewa Yogyakarta

## Orchids diversity in Province of Yogyakarta

ARKAN SETIAJI<sup>1,\*</sup>, ASYROFUL MUNA<sup>1</sup>, FAJAR PANGESTU JATI<sup>1</sup>, FAUZANA PUTRI<sup>1</sup>,  
ENDANG SEMIARTI<sup>2,\*\*</sup>

<sup>1</sup>Biology Orchid Study Club, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara 55281, Yogyakarta, Indonesia. Tel./fax. +62-274-580839, \*email: arkan.setiaji@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara 55281, Yogyakarta, Indonesia. Tel./fax. +62-274-580839, \*\*email: endsemi@ugm.ac.id

Manuskrip diterima: 18 Maret 2018. Revisi disetujui: 29 Juni 2018.

**Abstrak.** Setiaji A, Muna A, Jati FP, Putri F, Semiarti E. 2018. Keanekaragaman anggrek di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 63-68. Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki ekoregion yang unik dengan tingginya diversitas anggrek. Upaya pengumpulan data spesies anggrek di DIY perlu dilakukan untuk menetapkan strategi konservasinya. Studi ini merangkum daftar spesies anggrek Yogyakarta dari Biology Orchid Study Club (BiOSC) Fakultas Biologi UGM selama eksplorasi 2015-2017 dan kajian literatur terkait lainnya. Keragaman anggrek Yogyakarta meliputi 16,14% dari semua spesies anggrek yang ditemukan di Pulau Jawa dan dari 6 subfamili anggrek di dunia, hanya 5 yang ditemukan di Yogyakarta. Subfamili Apostasioideae tidak ditemukan di daerah ini. Berdasarkan data dari IUCN, sebagian besar anggrek Yogyakarta status konservasinya belum dievaluasi.

**Kata kunci:** Konservasi, anggrek, Yogyakarta

**Abstract.** Setiaji A, Muna A, Jati FP, Putri F, Semiarti E. 2018. *Orchids diversity in Province of Yogyakarta. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 63-68. Yogyakarta Special Region Province has unique ecoregions with a high diversity of orchids. Data collection efforts on orchid species in DIY need to be done to know the conservation strategy. This study summarizes the list of orchid species of Yogyakarta from Biology Orchid Study Club (BiOSC), Faculty Biology, UGM Yogyakarta in 2015-2017 and other related literature review. The diversity of orchid Yogyakarta covers 16.14% of all orchid species found in Java Island and from 6 orchid subfamily in the world, only 5 are found in Yogyakarta. Orchids of Apostasioideae subfamily are not found in this area. Based on data from the IUCN, many of the Yogyakarta orchids whose conservation status has not been evaluated.

**Keywords:** Conservation, orchids, Yogyakarta

### PENDAHULUAN

Anggrek (Orchidaceae), merupakan familia terbesar dalam kingdom Plantae dengan 800-1000 genera dan beranggotakan 20.000-30.000 spesies, 25.000 jenis anggrek diantaranya telah dideskripsikan (Schuttleworth et al. 1970; Godo et al. 2010; Gogoi et al. 2012). Keanekaragamannya sebagian besar terpusat di kawasan tropis dan subtropis. Daerah sebaran anggrek luas, termasuk di Indonesia.

Indonesia memiliki sekitar 5000 spesies anggrek, sebagian besar belum teridentifikasi (Hendriani dan Tirta 2011). 731 spesies diantaranya terdapat di Pulau Jawa, 231 merupakan anggrek endemik dan terdistribusi secara merata, 642 spesies tercatat di Jawa Barat (Comber 1990; Puspitaningtyas dan Mursidawati 1999 dalam Suhadyah et al. 2014). Di Sumatera terdapat sekitar 1118 jenis anggrek (Comber 2001). Di Sulawesi sendiri, terdapat sekitar 5000 spesies tumbuhan yang kurang diketahui secara pasti penyebaran dan kelimpahannya, namun kurang lebih 253 spesies anggrek endemik, sekitar 80% dari seluruh jumlah anggrek, terdapat di Sulawesi (Schlechter 1925 dalam Yuzammi dan Hidayat 2002). Thomas and Schuiteman

(2002), melaporkan bahwa anggrek yang ada di Sulawesi dan Maluku sekitar 820 spesies, 60% (548 spesies) diantaranya dijumpai di Sulawesi. Papua memiliki sekitar 2500 spesies (Pammai et al. 2015). Lamb (1991) dalam Sabran et al. (2003) telah memperkirakan bahwa 2.500-3.000 jenis anggrek terdapat di Kalimantan atau 75% dari keanekaragaman anggrek Malesian. Dari angka ini, 30-40% di antaranya diperkirakan merupakan endemik di pulau ini. Chan et al. (1994) dalam Sabran et al. (2003) mencatat lebih dari 1.400 jenis anggrek terdapat di Kalimantan.

Anggrek spesies atau anggrek alam adalah anggrek yang dapat ditemukan di alam dan sama sekali belum disilangkan dengan anggrek lainnya, anggrek alam ini dapat ditemukan di berbagai tipe vegetasi. Meskipun masih berupa anggrek yang belum disilangkan anggrek alam memiliki bentuk dan warna yang indah serta menarik (Kartohadiprodjo 2009). Puspitaningtyas dan Mursidawati (1999) menyatakan bahwa anggrek alam sering menjadi bahan utama untuk mendapatkan jenis-jenis hibrida untuk dikomersialkan, namun keberadaan anggrek liar sering kali terancam kepunahan dengan semakin sempitnya

lahan, karena beralih fungsi menjadi pemukiman, perkebunan atau karena adanya kerusakan alam. Ditambah lagi dengan adanya pengambilan anggrek alam tanpa mempertimbangkan kelestariannya. Variasi warna-warna yang menarik dan status kelangkaannya menjadikan anggrek spesies memiliki harga jual yang relatif tinggi di pasaran.

Areal hutan di Pulau Jawa sudah banyak yang terkonversi menjadi pemukiman atau perkebunan sehingga populasi anggrek di alam mulai terancam. Selain itu para pedagang anggrek alam yang secara ilegal memanen di alam tanpa ada usaha untuk membudidayakannya, turut memacu penurunan jumlah populasi anggrek alam (Puspitaningtyas 2005). *World Conservation Monitoring Center* (WCMC) (1995) menyatakan bahwa jika dibandingkan dengan spesies tumbuhan asli Indonesia yang berstatus terancam lainnya maka anggrek merupakan tumbuhan yang menerima ancaman kepunahan tertinggi yaitu sebanyak 203 spesies (39%).

Di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan sekitarnya dapat dijumpai para pedagang anggrek spesies dari genus *Coelogyne*, *Dendrobium*, *Bulbophyllum*, *Phalaenopsis* dan bahkan telah merambah anggrek-anggrek terestrik seperti *Nervilia* dan *Pecteilis*. Pedagang-pedagang inipun dapat berjualan anggrek spesies secara bebas. Kasus pada *Vanda tricolor* var. *suavis* harus menjadi perhatian dimana akibat eksploitasi dan bencana erupsi Gunung Merapi telah mengakibatkan anggrek ini sangat sulit dijumpai di habitat aslinya.

Kegiatan eksplorasi dan inventarisasi pada anggrek di wilayah DIY sangat penting dilakukan agar keberadaan jenis-jenis anggrek di suatu wilayah dapat diketahui dengan baik sehingga dapat dilakukan kajian pemanfaatan maupun strategi konservasinya. Eksplorasi bertujuan untuk mengambil contoh tumbuhan yang mempunyai nilai ekonomi dan nilai ilmu pengetahuan yang penting, sedangkan inventarisasi bertujuan untuk mendata keragaman jenis tumbuhan di suatu kawasan, sehingga apabila kawasan tersebut mengalami perubahan ekosistem, telah tersedia data keragaman floranya (Mujahidin et al. 2002). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman anggrek di DI Yogyakarta.

## BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksploratif mengenai keanekaragaman anggrek di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Koleksi dilakukan dengan metode survei secara acak dan jelajah jalan setapak. Data yang didapat merupakan hasil eksplorasi BiOSC selama tiga tahun terakhir (2015-2017). Beberapa spesies yang belum teridentifikasi di lapangan diambil bunganya kemudian disimpan dalam botol berisi alkohol 70%. Semua anggrek yang terkoleksi diidentifikasi dengan cara mencocokkan sampel koleksi dengan buku-buku flora anggrek, khususnya *Orchids of Java* (Comber 1990) dan *Orchids of Sumatra* (Comber 2001). Anggrek yang telah teridentifikasi kemudian dikelompokkan berdasarkan subfamili dan cara hidupnya. Data kemudian digabungkan

dengan data sekunder hasil eksplorasi anggrek peneliti lain di DIY.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Jenis-jenis anggrek yang dijumpai di DIY disajikan pada Tabel 1. menjelaskan bahwa anggrek dapat dikelompokkan menjadi 5 berdasarkan cara hidupnya, yaitu terestrik, epifit, amoebofit, litofit dan saprofit (Suryowinoto 1987; Dearnaley 2007). Penyebutan saprofit kemudian diganti dengan holomikotropik (Yagame et al. 2007; Merckx et al. 2007). Berdasarkan hasil eksplorasi dan studi literatur, diperoleh 34 anggrek terestrial, 7 anggrek amoebofit, 71 anggrek epifit, 1 anggrek semi terestrial dan 5 anggrek holomikotropik. Jumlah marga yang berhasil ditemukan sebanyak 60 sedangkan jumlah jenisnya sebanyak 118. Dari 6 anak suku anggrek yang ada di dunia (Comber 1990), hanya 5 yang ditemukan di DIY. Anggrek dari anak suku Apostasioideae tidak ditemukan di kawasan ini. Anggota anak suku Epidendroideae merupakan yang terbanyak dengan jumlah 88 spesies.

### Pembahasan

Lingkungan diketahui menentukan persebaran anggrek di suatu wilayah dan terkadang mencirikan ekoregion tertentu. Pembagian suatu ekoregion di Provinsi D.I. Yogyakarta dapat didasarkan dari pendapat Pannekoek (1949), bentang lahan fisiografi di wilayah Provinsi D.I. Yogyakarta secara garis besar termasuk dalam Zona Selatan Jawa yang terdiri dari pegunungan dan dataran tinggi yang dikelilingi oleh beberapa dataran rendah. Daerah bagian Barat merupakan perbukitan rendah yang ketinggiannya sekitar 150 meter dari permukaan air laut, dengan lereng landai hingga miring. Wilayah Pegunungan Menoreh sendiri memiliki ketinggian 500-1000 mdpl.

Banyak anggrek yang sensitif terhadap suhu dan ketinggian. DIY yang berada di ketinggian 0-2930 mdpl, curah hujan rata-rata tahunan 2157 mm dengan suhu berkisar 26,4° C (<https://id.climate-data.org/location/5987/>), ternyata merupakan tempat yang cocok bagi tumbuhnya anggrek-anggrek liar. Keanekaragaman anggrek Yogyakarta ini meliputi 16,14% dari keseluruhan spesies anggrek yang ditemukan di Pulau Jawa.

Berbagai jenis anggrek ditemukan mulai dari dataran rendah hingga ke atas igir. Sebagian besar anggrek tersebut tumbuh di cabang pohon bersama dengan tumbuhan lain, seperti paku sarang burung (*Asplenium nidus*) atau dengan lumut (Bryophyta). Sebagian lagi tumbuh di tanah atau pada tumpukan seresah dan dedaunan yang telah menjadi humus, ada yang umum ditemukan pada seresah bambu yaitu *G. bambu*.

Jenis-jenis anggrek yang sering dijumpai adalah *A.liliifolia*, *B.retusum*, *D.crumenatum*, *D.mutabile* dan *L.parviflora* yang menyebar rata di dahan-dahan pohon. Sedangkan anggrek terestrial yang umum dijumpai adalah *S.plicata* yang juga umum ditanam penduduk sebagai tanaman hias dan *A.graminifolia* yang tumbuh di tebing-tebing terbuka pinggir jalan.

Tabel 1. Jenis-jenis anggrek yang ditemukan di Daerah Istimewa Yogyakarta

Anak suku	Jenis	Habitat	Lokasi penemuan	Referensi
Epidendroideae	<i>Acriopsis liliifolia</i> (J.Koenig) Seidenf.	E	A; D; E; G; H; I; Q	1; 3; 5; 8
Epidendroideae	<i>Aerides odorata</i> Lour.	E	B; Q	1; 8
Epidendroideae	<i>Agrostophyllum laxum</i> J.J.Sm.	E	Q	8
Epidendroideae	<i>Agrostophyllum stipulatum</i> subsp. <i>bicuspidatum</i> (J.J.Sm.) Schuit.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Anoectochilus reinwardtii</i> Blume	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Appendicula alba</i> Bl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Appendicula</i> sp.	E	D; G; H; Q	3; 5; 9
Epidendroideae	<i>Appendicula angustifolia</i> Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Appendicula ramosa</i> Blume	E	A; G; I	1; 5
Epidendroideae	<i>Appendicula reflexa</i> Blume	E	D	3
Epidendroideae	<i>Arundina graminifolia</i> (D.Don) Hochr.	T	A; D; Q	1; 3; 9
Epidendroideae	<i>Bryobium retusum</i> (Blume) Y.P.Ng & P.J.Cribb	E	A; C; D; E; F; G; I; J; Q	1; 2; 3; 4; 5; 9
Epidendroideae	<i>Bulbophyllum</i> sp.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Bulbophyllum</i> sp. (Section Desmosanthes)	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Bulbophyllum absconditum</i> J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Bulbophyllum flavescens</i> (Blume) Lindl.	E	D; Q	3; 9
Epidendroideae	<i>Bulbophyllum lemniscatoides</i> Rolfe	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Calanthe flava</i> (Bl.) Morren	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Calanthe triplicata</i> (Willemet) Ames	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Ceratostylis backeri</i> J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Ceratostylis crassifolia</i> J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Ceratostylis subulata</i> Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Chiloschista lunifera</i> (Rchb.f.) J.J.Sm.	E	B	1
Epidendroideae	<i>Coelogyne longifolia</i> (Bl.) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Coelogyne</i> sp.	E	D	3
Epidendroideae	<i>Coelogyne miniata</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Coelogyne speciosa</i> (Blume) Lindl.	E	I; Q	5; 9
Epidendroideae	<i>Coelogyne trinervis</i> Lindl.	E	F	4
Epidendroideae	<i>Corymborkis veratrifolia</i> (Reinw.) Blume	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Crepidiumkobi</i> (J.J.Sm.) M.A.Clem. & D.L.Jones	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Crepidium koordersii</i> (J.J.Sm.) Szlach.	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Dendrobium gracile</i> (Hook.f.) J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Dendrobium heterocarpum</i> Wall. Ex Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Dendrobium salaccense</i> (Bl.) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Dendrobium</i> sp.	E	D	3
Epidendroideae	<i>Dendrobium tetraede</i> (Bl.) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Dendrobium capra</i> J.J.Sm.	E	B	1
Epidendroideae	<i>Dendrobium crumenatum</i> Sw.	E	A; D; E; F; G; I; J; Q	1; 3; 4; 5; 9
Epidendroideae	<i>Dendrobium mutabile</i> (Blume) Lindl.	E	A; C; D; G; H; I; Q	1; 2; 3; 5; 9
Epidendroideae	<i>Dendrobium plicatile</i> Lindl.	E	G	5
Epidendroideae	<i>Dendrobium sagittatum</i> J.J.Sm.	E	C; Q	2; 9
Epidendroideae	<i>Dendrobium secundum</i> (Blume) Lindl. ex Wall.	E	B	1
Epidendroideae	<i>Didymoplexispallens</i> Griff.	H	F; M; Q	8; 9
Epidendroideae	<i>Dienia ophrydis</i> (J.Koenig) Seidenf.	T	E; G; Q	1; 5; 9
Epidendroideae	<i>Epipogium roseum</i> (D.Don) Lindl.	H	D; N; O; P; Q	3; 8; 9
Epidendroideae	<i>Eriahyacinthoides</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Eriajavanica</i> (Sw.) Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Eria</i> sp.	E	D	3
Epidendroideae	<i>Eria iridifolia</i> Hook.f.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Eria verruculosa</i> J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Flickingeria</i> sp.	E	A; D	1; 3
Epidendroideae	<i>Gastrochilus calceolaris</i> (Buch.-Ham. ex Sm.) D.Don	E	D	3
Epidendroideae	<i>Gastrochilus sororius</i> Schltr.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Gastrodia bambu Metusala; sp. nov.</i>	H	K; Q	6; 8; 9
Epidendroideae	<i>Geodorum densiflorum</i> (Lam.) Schltr.	T	F; E	1; 4
Epidendroideae	<i>Liparis</i> sp.	E	E	1
Epidendroideae	<i>Liparis latifolia</i> Lindl.	E	D	3
Epidendroideae	<i>Liparis odorata</i> (Willd.) Lindl.	T	F	4
Epidendroideae	<i>Liparis pallida</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Liparis parviflora</i> (Blume) Lindl.	E	A; D; E; G; I; J	1; 3; 5
Epidendroideae	<i>Liparis rheedei</i> Lindl.	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Liparis viridiflora</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9

Epidendroideae	<i>Liparis wightiana</i> Thwaites	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Luisia zollingeri</i> Rchb.f.	E	B; F	1; 4
Epidendroideae	<i>Macropodanthusteysmannii</i> (Miq.) H.A.Pedersen	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Malaxis</i> sp.	T	D; E	1; 3
Epidendroideae	<i>Mycaranthes oblitterata</i> Blume	E	C; Q	2; 9
Epidendroideae	<i>Nervilia concolor</i> (Blume) Schltr.	A	E; Q	1; 9
Epidendroideae	<i>Nervilia punctata</i> (Blume) Makino	A	E; Q	1; 9
Epidendroideae	<i>Oberonia</i> sp.	E	A; D	1; 3
Epidendroideae	<i>Oberonia imbricata</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Oberonia similis</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Phaius tankervilleae</i> (Banks) Blume	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Pholidota carnea</i> (Blume) Lindl.	E	C; D; Q	2; 3; 9
Epidendroideae	<i>Pholidota globosa</i> (Blume) Lindl.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Pholidota imbricata</i> Lindl.	E	F; Q	4; 9
Epidendroideae	<i>Pholidota ventricosa</i> (Blume) Rchb.f.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Phreatia sulcata</i> (Blume) J.J.Sm.	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Rhynchostylis retusa</i> (L.) Blume	E	B; Q	1; 9
Epidendroideae	<i>Schoenorchisjuncifolia</i> Reinw. ex Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Spathoglottis plicata</i> Blume	T	A; E; H; Q	1; 5; 9
Epidendroideae	<i>Stereosandrajavanica</i> Blume	H	N	8
Epidendroideae	<i>Taeniophyllum</i> sp.	E	E	1
Epidendroideae	<i>Taeniophyllum glandulosum</i> Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Tainia paucifolia</i> (Breda) J.J.Sm.	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Trichostia ferox</i> Blume	E	Q	9
Epidendroideae	<i>Tropidia curculigoides</i> Lindl.	T	Q	9
Epidendroideae	<i>Vanda tricolor</i> var. <i>suavis</i> (Lindl.) Rchb.f.	E	K; Q	7
Cypripedioideae	<i>Paphiopedilum javanicum</i> (Reinw. ex Lindl.) Pfitzer	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Pecteilis susannae</i> (L.) Raf.	T	F; Q	4; 9
Orchidoideae	<i>Cheirostylis</i> sp.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Cryptostylis javanica</i> J.J.Sm.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Cystorchis aphylla</i> Ridl.	H	L	8
Orchidoideae	<i>Goodyera reticulata</i> (Blume) Blume	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Habenaria</i> sp.	T	D; E	1; 3
Orchidoideae	<i>Habenaria loerzingii</i> J.J.Sm.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Habenaria multipartita</i> Blume ex Kraenzl.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Macodespetola</i> (Blume) Lindl.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Peristylus goodyeroides</i> (D.Don) Lindl.	T	E; Q	1; 9
Orchidoideae	<i>Peristylus monticola</i> (Ridl.) Seidenf.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Pristiglottis</i> sp.	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Rhomboda velutina</i> (J.J.Sm.) Ormerod	T	C; Q	2; 9
Orchidoideae	<i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames	T	Q	9
Orchidoideae	<i>Zeuxine gracilis</i> (Breda) Bl.	A	Q	9
Orchidoideae	<i>Zeuxine</i> sp. ( <i>undescribed species</i> )	A	Q	9
Orchidoideae	<i>Zeuxine</i> sp.	A	A; E	1
Orchidoideae	<i>Zeuxine</i> sp.1	A	Q	9
Orchidoideae	<i>Zeuxine petakensis</i> J.J.Sm.	A	C	2
Vandoideae	<i>Cymbidium bicolor</i> Lindl.	E	D; G; H; Q	3; 5; 8; 9
Vandoideae	<i>Cymbidium</i> sp.	E	E	1
Vandoideae	<i>Cymbidium ensifolium</i> (L.) Sw.	T	Q	9
Vandoideae	<i>Cymbidium lancifolium</i> Hook.	T	Q	9
Vandoideae	<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & H.R.Sweet	E	A; F	1; 4
Vandoideae	<i>Thrixspermum</i> sp.	E	A	1
Vandoideae	<i>Thrixspermum acutilobum</i> J.J.Sm.	E	Q	9
Vandoideae	<i>Thrixspermum anceps</i> (Blume) Rchb.f.	E	D; Q	3
Vandoideae	<i>Thrixspermum purpurascens</i> (Blume) Rchb.f.	E	Q	9
Vandoideae	<i>Vanilla planifolia</i> Jacks. ex Andrews	ST	A; E; G; H; I	1; 5

**Keterangan:** Lokasi penemuan: A = Desa Purwosari, Girimulyo, Kulon Progo; B = Hutan Pendidikan Wanagama, Playen, Gunungkidul; C = Bukit Turgo, Taman Nasional Gunung Merapi (TNGM); D = Lereng Selatan Gunung Merapi bagian sebelah Barat Laut Desa Umbulharjo, Cangkringan, Sleman; E = Hutan sekitar Curug Setawing, Desa Jatimulyo, Girimulyo, Kulon Progo; F = Gunung Api Nglangeran, Patuk, Gunungkidul; G = Bukit Krengseng, Pegunungan Menoreh, Kulon Progo; H = Bukit Ngasinan, Pegunungan Menoreh, Kulon Progo; I = Bukit Cokro, Pegunungan Menoreh, Kulon Progo; J = Bukit Watu Blencong, Pegunungan Menoreh, Kulon Progo; K = TNGM; L = Bukit Plawangan, TNGM; M = Bantaran Sungai Winongo, Sleman; N = Hutan sekitar Goa Sekidang, Desa Purwosari, Girimulyo, Kulon Progo; O = Hutan sekitar Telaga Putri, Plawangan, TNGM; P = Arboretum Fakultas Kehutanan UGM, Sleman; Q = Lereng Selatan Gunung Merapi, TNGM. Referensi: 1 = Eksplorasi Biology Orchid Study Club (BiOSC); 2 = Sugiyarto et al. (2016); 3 = Susila et al. (2011); 4 = Yanti (2015); 5 = Nugroho et al. (2010); 6 = Susantyo (2011); 7 = Metusala and Supriatna (2017); 8 = Muriyanto (2015); 9 = Sulistyono (2011)

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa anak suku Epidendroideae memiliki keragaman jenis yang paling tinggi, mencakup 74,57% dari keseluruhan spesies anggrek yang ditemukan di DIY. Menurut Dressler (1990), 80% suku Orchidaceae masuk dalam anak suku ini. Anggotanya memiliki satu benang sari, yang terlihat sangat cembung (*incumbent*) hingga *suberect* (naik hingga ke tepi). Beberapa penulis mengklasifikasikannya ke dalam anak suku Monandroideae (Shukla dan Misra 1979). Keempat anak suku lainnya juga digolongkan ke dalam Monandroideae. Apostasioideae merupakan anak suku yang paling sedikit jumlah anggotanya karena hanya terdiri atas dua marga yaitu *Apostasia* dan *Neuwiedia* (Hunt 1978). Dalam kajian ini tidak ditemukan anggota Apostasioideae di DIY.

Pada saat eksplorasi mayoritas anggrek yang ditemukan sedang dalam keadaan berbunga karena eksplorasi dilakukan saat musim penghujan. Semua jenis anggrek amoebofit sedang dalam keadaan berbunga. Anggrek amoebofit memiliki periode dormansi dan fase generatif dan vegetatifnya yang bergantian. Contoh anggrek amoebofit adalah *Zeuxine* dan *Nervilia*. Pada anggrek holomikotropiktidak dijumpai daun. Anggrek tersebut merupakan anggrek saprofit yang telah kehilangan kemampuannya dalam mengambil gas CO<sub>2</sub> dan zat-zat anorganik dari tanah (Suryowinoto 1987). Karena tidak dapat berfotosintesis maka anggrek ini hidup sebagai saprofit dan bersimbiosis dengan mikoriza. Semua anggrek yang diidentifikasi merupakan anggrek yang umum dijumpai, kecuali *G. bambu* yang bersifat endemik di pulau Jawa dan diusulkan sebagai spesies baru (Metusala and Supriatna 2017).

Anggrek mempunyai bermacam-macam bentuk. Banyak anggrek-anggrek DIY yang belum dimanfaatkan potensinya secara berkelanjutan. Tabel 1. menunjukkan beberapa jenis anggrek yang menarik secara morfologi, terutama pada daun dan bunga. *Nervilia aragoana*, *N. punctata* dan *N. plicata* memiliki daun cordate yang mirip dengan *Begonia* dengan tepi daun yang berlekukan. Pada *N. aragoana* terkadang muncul warna merah pada bagian dalam daun. *A. reinwardtii* memiliki alur pada tulang daunnya yang berwarna merah muda-putih, memberikan corak yang menarik pada helaian daunnya. *Macodespetola* dengan daun yang juga bercorak namun lebih rapat. *A. liliifolia* memiliki daya adaptasi dan pemencaran biji yang mirip dengan *D. crumenatum*, sehingga layak diperkenalkan sebagai tanaman penghias pada pohon-pohon dekat jalan raya (Look et al. 2009). Anggrek lain seperti *Spathoglottis*, *Calanthe*, *V. planifolia*, *Dendrobium* dll. Telah banyak dikenal sebagai tanaman hias. Adanya kemiripan bentuk daun anggrek dan cara hidupnya dengan dengan tumbuhan lain terutama paku-pakuan kadang-kadang menyulitkan identifikasi bagi peneliti pemula, terutama apabila anggrek tersebut tidak berbunga.

Banyak dari anggrek-anggrek DIY yang status konservasinya belum dievaluasi. Suatu kondisi yang menyatakan apabila takson yang diidentifikasi status konservasinya belum dilakukan evaluasi berdasarkan terpenuhinya kriteria-kriteria status konservasi yang

berlaku menurut pedoman IUCN Red List, sehingga dimungkinkan flora dan fauna yang dilaporkan terancam kepunahan tersebut hanya ditemukan di beberapa wilayah tertentu dan belum diketahui keberadaannya di wilayah lain (IUCN 2017).

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman anggrek Yogyakarta meliputi 16,14% dari keseluruhan spesies anggrek yang ditemukan di Pulau Jawa. Dari 6 anak suku anggrek yang ada di dunia, hanya 5 yang ditemukan di DIY. Berdasarkan data dari IUCN, banyak dari anggrek-anggrek DIY yang status konservasinya belum dievaluasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Comber JB. 1990. Orchid of Java. The Royal Botanic Garden Kew, London.
- Comber JB. 2001. Orchid of Sumatra. The Royal Botanic Garden Kew, London.
- Dearnaley JDW. 2007. Further advances in orchid mycorrhizal research. *Mycorrhiza* 17(6):475-486.
- Dressler RL. 1990. The Major Clades of The Orchidaceae-Epidendroideae. *Lindleyana* 5(2): 117-125.
- Hendriyani E. dan Tirta IG. 2011. Konservasi dan Perbanyakan *Dendrobium spectabile* (Blume) Miq. di Kebun Raya Bali. Seminar Prosiding Nasional HUT Kebun Raya Cibodas Ke-159. LIPI, Bogor.
- Hunt PF. 1978. Orchidaceae. The Orchid Family. In: Dod B (ed.). *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, Oxford.
- Lok AFSL, Ng PX, Ang WF, Tan HTW. 2009. The Status and Distribution in Singapore of *Acriopsis liliifolia* (Koenig) Ormerod (Orchidaceae). *Nature in Singapore* 2: 481-485.
- Merckx VSFT, Smets EF and Specht CD. 2013. *Biogeography and Conservation*. Springer Science Business Media, New York.
- Metusala D, Supriatna J. 2017. *Gastrodia bambu* (Orchidaceae: Epidendroideae), A new species from Java, Indonesia. *Phytotaxa* 317 (3): 211-218.
- Muriyanto WE. 2015. Keanekaragaman Spesies Anggrek Saprofit di Wilayah D.I. Yogyakarta dan Hubungan Kekerabatan Fenetiknya. [Skripsi]. Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nugroho IB, Wardhana H, Wibowo ARU, Susila H, Atmaja BM, Asri CP, Anida MA, Bait M, Sari DA. 2010. Eksplorasi dan Inventarisasi Anggrek di Bukit Cokro, Krengseng, Ngasinan dan Watublencong Pegunungan Menoreh, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. Seminar Nasional Biologi 2010, 86-92.
- Pammai, Muhdhar MHIA, Rohman F. 2015. Studi Keanekaragaman Anggrek di Kabupaten Merauke Propinsi Papua Kharisma. Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Puspitaningtyas, D.M. dan S. Mursidawati. 1999. Koleksi Anggrek Kebun Raya Bogor Vol. 1 No. 2. UPT Balai Pengembangan Kebun Raya, LIPI, Bogor.
- Sabran M, Krismawati A, Galingging YR, Firmansyah MA. 2003. Eksplorasi dan karakterisasi tanaman anggrek di Kalimantan Tengah. *Buletin Plasma Nutrafah* 9(1): 1-6.
- Sugiyarto L, Umniyatie S, Henuhili V. 2016. The diversity of orchid mycorrhiza existence in Turgo Village Pakem, Sleman Yogyakarta. *J. Sains Dasar* 5(2): 71-80.
- Suhadyah S, Tambaru E, Sjahril R, Umar MR. 2014. Keanekaragaman Anggrek di Hutan Sulawesi Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3(2): 127-129.
- Sulistiyono. 2011. *Buku Panduan Identifikasi Anggrek Merapi*. Yayasan Kanopi Indonesia, Yogyakarta.
- Suryowinoto M. 1987. *Mengenal Anggrek Alam Indonesia*. PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Susantyo JM. 2011. *Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan di Kawasan Taman Nasional Gunung Merapi*. [Skripsi]. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Susila H, Wibowo ARU, Nugroho IB, Bait M, Atmaja MB, Pamuji AC, Sukoco T, Wardhana H. 2011. *Eksplorasi dan Inventarisasi Anggrek*

- di Lereng Selatan Gunung Merapi: Data Terakhir Sebelum Erupsi 2010. Seminar Nasional HUT Kebun Raya Cibodas Ke-159, Bogor.
- Thomas S, Schuiteman A. 2002. Orchids of Sulawesi and Maluku: A Preliminary Catalogue. *Lindleyana* 17 (1): 1-72.
- Yagame T, Yamato M, Mii M, Suzuki A, Iwase K. 2007. Developmental processes of Chlorophyllous Orchid, *Epipogium roseum*: From seed germination to flowering under symbiotic cultivation with mycorrhizal fungus. *J Plant Res* 120: 229-236.
- Yuzammi dan Hidayat S. 2002. Flora Sulawesi, Unik, Endemik dan Langka. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.

# Skrining tanaman penghasil senyawa antijamur terhadap fungi fitopatogen *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp. dan *Fusarium solani*

## Screening plants producing antifungal compounds against phytopathogenic fungi of *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., and *Fusarium solani*

PUTRI SRI ANDILA, I PUTU AGUS HENDRA WIBAWA<sup>▼</sup>

UPT. BKT Kebun Raya 'Eka Karya' Bali, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Candikuning, Baturiti, Tabanan 82191, Bali. Tel.: +62-368-2033211, \*email: iput004@lipi.go.id; agus.hen9@gmail.com

Manuskrip diterima: 26 Maret 2018. Revisi disetujui: 29 Juni 2018.

**Abstrak.** Andila PS, Wibawa IPAH. 2018. *Skrining tanaman penghasil senyawa antijamur terhadap fungi fitopatogen Aspergillus niger, Cladosporium sp. dan Fusarium solani. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 69-75.* Upaya penemuan fungisida nabati merupakan topik penelitian yang banyak dikaji saat ini mengingat semakin besarnya dampak negatif penggunaan fungisida kimia terhadap lingkungan maupun kesehatan. Senyawa fungisida tersebut terkandung didalam ekstrak tanaman dalam bentuk senyawa metabolit sekunder. Kebun Raya "Eka Karya" Bali memiliki ribuan tanaman koleksi yang berasal dari kawasan Indonesia Timur yang berpotensi sebagai fungisida nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji aktivitas antijamur dari ekstrak metanol tanaman terpilih koleksi kebun raya terhadap jamur patogen tanaman *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*. Senyawa aktif tanaman diperoleh dengan metode maserasi menggunakan pelarut metanol, dan dievaporasi menggunakan Vacuum Rotary Evaporator. Aktivitas antijamur dilakukan dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Metanol dan aquades dijadikan sebagai kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol beberapa tanaman memiliki aktivitas antijamur terhadap jamur patogen tanaman *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*; antara lain rhizome *Alpinia galanga*, daun dan rhizome *Acorus calamus*, dan daun *Piper aduncum*. Ekstrak daun *Cymbopogon winterianus* memiliki aktivitas anti jamur terhadap *A. niger* dan *Cladosporium* sp. tetapi tidak pada *F. solani*. Ekstrak daun dari beberapa tanaman lain yaitu daun *Boenninghausenia albiflora*, daun *Costus* sp., daun dan batang *Alpinia* sp., batang *Cymbopogon winterianus*, daun *Agave* sp.1 dan *Agave* sp.2, dan daun *Homalomena* sp., diketahui tidak mengandung senyawa antijamur. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh sejumlah tanaman yang memiliki sifat antijamur terhadap jamur patogen tanaman sehingga bisa berpotensi sebagai agen fungisida nabati.

**Kata kunci:** Antijamur, ekstrak metanol, fungisida nabati, patogen tanaman

**Abstract.** Andila PS, Wibawa IPAH. 2018. *Screening plants producing antifungal compounds against phytopathogenic fungi of Aspergillus niger, Cladosporium sp., and Fusarium solani. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 69-75.* The discovery of bio-fungicides research topic that is widely studied considering the greater negative impact of chemical fungicide against environment and health. The fungicide compound is contained in the plant extract in the form of secondary metabolite compound. "Eka Karya" Bali Botanic Gardens has thousands of plant collections originating from the eastern part of Indonesia which has potential as bio-fungicides. The purpose of this study was to examine the antifungal activity of selected plant methanolic extract collection of the Botanic Gardens against plant pathogenic, namely *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., and *Fusarium solani*. The plant active compound was obtained by maceration method using methanol solvent, and evaporated using Vacuum Rotary Evaporator. Anti-fungal activity was performed by the Kirby-Bauer disc diffusion method. Each treatment is repeated three times. Methanol and aquades serve as negative controls. The results showed that methanolic extract of some plants have antifungal activity against plant pathogenic fungi, *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., and *Fusarium solani*; among others rhizome *Alpinia galanga*, leaves and rhizome *Acorus calamus*, and leaves *Piper aduncum*. *Cymbopogon winterianus* leaf extract has antifungal activity against *A. niger* and *Cladosporium* sp. but not on *F. solani*. Leaf extract from several other plants, namely leaves of *Boenninghausenia albiflora*, leaves of *Costus* sp., leaves and stems of *Alpinia* sp., stems of *Cymbopogon winterianus*, leaves of *Agave* sp.1, *Agave* sp.2, and *Homalomena* sp. are known to contain no antifungal compounds. Based on the research, there are a number of plants that have antifungal properties against plant pathogenic fungi so that it could potentially as a bio-fungicide agent.

**Keywords:** Anti-fungus, methanol extension, vegetable fungicide, plant pathogen

### PENDAHULUAN

Penyakit tanaman merupakan faktor penghambat utama pada produksi tanaman pertanian, terutama pada tanaman pangan dan hortikultura. Penyakit tanaman disebabkan oleh

banyak faktor, sebagian besar diantaranya disebabkan oleh jamur. Oleh karena itu penggunaan fungisida berperan penting dalam manajemen pengendalian penyakit tanaman agar dapat mendukung produktivitas tanaman pangan dan hortikultura yang memadai (Owen et al. 2017).

Fungisida merupakan jenis pestisida yang secara khusus dibuat dan digunakan untuk membunuh dan atau menghambat jamur patogen penyebab penyakit pada tanaman. Fungisida dapat digolongkan menjadi beragam kategori penggolongan. Berdasarkan bahan aktifnya fungisida digolongkan menjadi dua yaitu fungisida kimia dan fungisida alami. Sedangkan berdasarkan mekanismenya fungisida dapat dibedakan menjadi fungisida non sistemik dan sistemik. Fungisida non sistemik melindungi tanaman dari jamur patogen pada permukaan tanaman. Fungisida jenis ini lebih bersifat mencegah penyakit tanaman dengan cara menghambat pertumbuhan jamur pada permukaan tanaman. Contohnya adalah Chlorothalonil, Zineb, Mancozeb, Propineb. Sedangkan fungisida sistemik adalah fungisida yang bekerja sampai ke bagian sistemik tanaman, sehingga dapat menyembuhkan tanaman yang telah sakit karena infeksi jamur patogen. Fungisida sistemik diserap oleh jaringan tanaman dan ditranslokasikan keseluruh bagian tanaman. Contoh fungisida sistemik misalnya Hexaconazole, Tebuconazole, Propiconazole, Difenconazole (Priya et al. 2018). Pada umumnya fungisida yang banyak digunakan petani di seluruh dunia beberapa dekade adalah fungisida kimia, baik yang bersifat sistemik maupun non sistemik.

Beberapa alasan menjadikan penggunaan fungisida kimia dipakai secara luas dan berkelanjutan antara lain adalah karena terbatasnya jumlah varietas tanaman pertanian yang tahan infeksi jamur patogen, tingginya permintaan konsumen pasar terhadap komoditi pertanian yang berkualitas bagus secara performa, misalnya mulus tanpa serangan hama, tingginya tingkat intensitas penyakit pada beberapa komoditas tanaman pertanian unggulan seperti cabai, tomat, buncis, sawi, dan bawang merah, serta tingginya permintaan konsumen domestik terhadap komoditas pertanian impor yang umumnya rentan terhadap penyakit. Fungisida kimia dipandang sebagai cara yang paling praktis dan murah untuk menjamin keberhasilan produksi pertanian untuk mencapai kriteria hasil pertanian yang diharapkan pasar (Yulia et al. 2017).

Seiring semakin meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan dan kesadaran akan tingkat kesehatan manusia serta interaksi antara kedua faktor tersebut, mulai banyak dilakukan penelitian tentang dampak penggunaan pestisida kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, termasuk fungisida kimia. Hasil penelitian membuktikan bahwa penggunaan fungisida kimia mencemari lingkungan dan ekosistem disekitarnya. Fungisida mencemari tanah sehingga dapat meracuni organisme tanah sehingga mengganggu proses pembusukan. Fungisida juga mencemari air tanah dan perairan sehingga meracuni ekosistem akuatik. Proporsi fungisida yang berlebihan di dalam tanah dan pada tanaman dapat berefek racun bagi manusia dan organisme terestrial lainnya sehingga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem (Liu et al. 2016).

Di negara-negara maju penggunaan fungisida kimia mulai dibatasi dengan suatu aturan yang baku sehingga

penggunaan fungisida menjadi lebih ketat. Selain itu semakin meningkatnya kesadaran masyarakat global tentang kepedulian kelestarian lingkungan dan kualitas kesehatan menyebabkan perubahan pola pikir dan minat konsumen terhadap komoditi pertanian. Saat ini, produk pertanian organik yang bebas pestisida kimia menjadi produk pertanian bernilai tinggi yang laku di pasar global. Salah satu alternatif yang dapat diupayakan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produk pertanian tanpa menggunakan bahan kimia adalah penggunaan biofungisida sebagai pengganti fungisida kimia (Golijan et al. 2017). Metabolit sekunder tumbuhan mengandung struktur dan kerangka kimia kompleks dan unik dengan beragam aktivitas biologi sehingga berpotensi besar sebagai bahan baku fungisida nabati. Skrining metabolit sekunder sebagai bahan pengendali hama penyakit menunjukkan peningkatan karena meningkatnya resistensi hama penyakit, resiko keracunan dan kerusakan lingkungan akibat pestisida buatan, bersifat non toksik terhadap lingkungan dan manusia serta mudah terdegradasi (Cordero et al. 2014; Dalimunthe dan Rachmawan 2017). Contoh metabolit sekunder tanaman yang berpotensi sebagai fungisida nabati antara lain senyawa saponin seperti  $\alpha$ -tomatine, dan sesquiterpen seperti fitoalexin dan zealexin (Pusztahelyi 2015). Berdasarkan alasan ini maka eksplorasi dan skrining agen fungisida nabati dari kekayaan hayati Indonesia perlu dilakukan.

## BAHAN DAN METODE

### Material hidup

Tanaman terpilih koleksi Kebun Raya "Eka Karya" Bali yang digunakan dalam penelitian skrining tanaman penghasil senyawa antijamur terhadap beberapa jamur patogen tanaman dipaparkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.

### Pengambilan sampel dan ekstraksi tanaman

Sebanyak 100 gram tanaman segar diambil sesuai dengan bagian organ tanaman yang ingin diuji, untuk organ daun dicacah dengan ukuran sekitar 1 cm, Sedangkan untuk organ rhizome dipotong setipis mungkin. Material tanaman yang telah dicacah, dikering anginkan di dalam ruangan selama 3-6 hari, kemudian ditimbang berat keringnya. Sampel tanaman yang telah dikering anginkan kemudian dimaserasi menggunakan pelarut metanol dengan perbandingan 1: 2 (sampai semua material terendam sempurna) dan direndam selama 24-72 jam, kemudian disaring menggunakan kertas saring (Harborne, 1987). Metode ini dapat mengoptimalkan perolehan bahan aktif tanaman karena tidak adanya pemanasan sehingga dapat mengurangi peluang kerusakan bahan aktif tanaman selama proses ekstraksi (Susanty dan Fairus 2016). Gambar sampel tanaman yang telah dicacah dan dikering anginkan dapat dilihat pada Gambar 2.



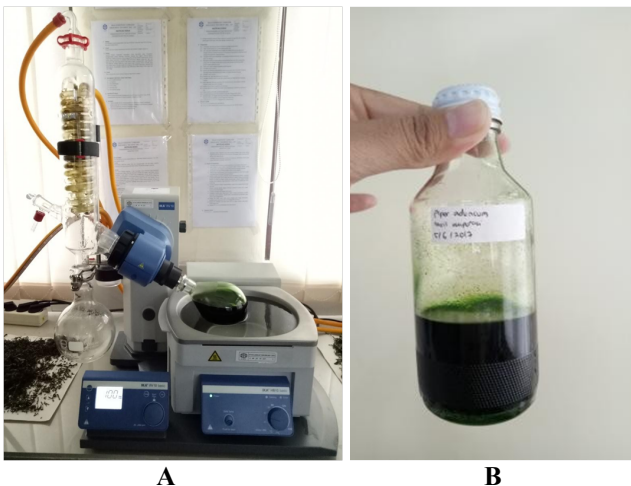
**Gambar 1.** Tanaman Koleksi Terpilih Kebun Raya “Eka Karya” Bali yang digunakan dalam penelitian

**Tabel 1.** Tanaman koleksi yang diteliti beserta famili dan asalnya

Spesies	Famili	Asal
<i>Acorus calamus</i> L.	Acoraceae	Bali
<i>Agave</i> sp. 1	Asparagaceae	Bali
<i>Agave</i> sp. 2	Asparagaceae	Bali
<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.	Zingiberaceae	Bali
<i>Alpinia</i> sp.	Zingiberaceae	NTB
<i>Boenninghausenia albiflora</i> (Hook.) Rchb. Ex Meisn.	Rutaceae	Lombok (NTB)
<i>Costus</i> sp.	Costaceae	Bali
<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt Ex Bor	Poaceae	Sulawesi Selatan
<i>Homalomena</i> sp.	Araceae	Bali
<i>Piper Aduncum</i> L.	Piperaceae	Bali



Gambar 2. Sampel tanaman uji terpilih yang telah dicacah dan dikering anginkan



Gambar 3. A. Rotary vacum evaporator, B. Ekstrak yang telah dievaporasi

Tabel 2. List spesies jamur patogen yang digunakan dalam penelitian

Spesies jamur patogen	Sumber isolat	Kolektor
<i>Aspergillus niger</i>	Diisolasi dari buah cabai busuk ( <i>Capsicum annum</i> )	Isolat koleksi laboratorium mikologi jurusan biologi, universitas udayana
<i>Cladosporium</i> sp.	Diisolasi dari tanah pertanian	Isolat koleksi laboratorium mikologi jurusan biologi, universitas udayana
<i>Fusarium solani</i>	Diisolasi dari buah cabai busuk ( <i>Capsicum annum</i> )	Isolat koleksi laboratorium mikologi jurusan biologi, universitas udayana

### Evaporasi ekstrak

Larutan ekstrak dimurnikan dengan menggunakan rotary vacum evaporator dengan settingan pada suhu 50°C dengan tekanan 20 Psi dan putaran 120 rpm. Proses evaporasi dihentikan jika larutan ekstrak telah mengental dan tidak terdapat fraksi pada larutan. Gambar proses evaporasi dan hasil ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 3.

### Uji antijamur

Jamur patogen tanaman yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2. Uji antijamur dilakukan dengan menggunakan metode *disc diffusion assay* (Balouiri et al. 2016). Spora patogen *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani* ditanam pada agar PDA miring dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Setelah itu dilakukan pemanenan spora dari biakan tersebut dengan menggunakan jarum ose, lalu dilarutkan ke dalam 10 mL air steril dan dihomogenkan. Dipipet sebanyak 1 mL inoculan, dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril. Sebelumnya dipersiapkan media PDA cair dengan suhu suam suam kuku (45-50°C). Kemudian media PDA tersebut dituangkan ke dalam cawan petri berisi biakan, dihomogenkan, dan dibiarkan hingga membeku pada temperatur ruang. Setelah membeku, diambil dua buah *Whatman paper disc* diameter 6 mm, dan diletakkan di atas permukaan agar. Dipipet sebanyak 20  $\mu$ l ekstrak tanaman, diteteskan diatas paper disc tersebut, lalu ditutup kembali dan diinkubasi pada temperatur ruang selama 24-48 jam. Pengamatan aktivitas antijamur dilakukan dengan mengamati ada tidaknya zona hambat dan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk. Pengamatan dilakukan setiap kali 24 jam.

### Data analysis

Data dianalisis secara deskriptif dengan melihat adanya terbentuk zona hambat atau tidak pada percobaan antijamur.

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*

*Aspergillus niger* merupakan jamur patogen tanaman pertanian yang banyak menginfeksi sebelum dan sesudah masa panen, misalnya pada jagung, apel dan cereal (Balbontin et al. 2014). Inokulum jamur *A. niger* umumnya banyak bersumber dari tanah pertanian, benih, bahan makanan atau komoditi pertanian yang busuk, dan serasah. *A. niger* adalah patogen oportunistis dimana tingkat keparahan infeksi sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan (Rao et al. 2017).

Akan tetapi hasil penelitian juga menunjukkan bahwa *A. niger* merupakan jamur endofit dengan gejala infeksi yang tidak tampak aktif dari luar tetapi aktif secara metabolik. Kondisi ini memungkinkan jamur endofit menjajah tanaman host tanpa menunjukkan gejala penyakit pada tanaman host dan menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang beberapa diantaranya bersifat racun bagi manusia dan hewan. Hal ini dapat menyebabkan masalah serius dalam keamanan pangan, sebab komoditi yang terinfeksi tampak normal secara performa akan tetapi dapat mengandung senyawa beracun (Palencia et al. 2010). Hasil penelitian membuktikan bahwa *A. niger* penyebab utama kedua infeksi aspergilosis pada manusia setelah *Aspergillus fumigatus* yang efeknya dapat mengakibatkan kematian (Paterson and Lima 2017). Pada tanaman *A. niger* dapat menyebabkan pembusukan atau dikenal juga dengan black mold pada sejumlah buah, sayur-sayuran dan produk makanan lainnya yang dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi. Ada beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh *A. niger*, misalnya penyakit *Black rot* pada bawang merah dan bawang putih yang menyebabkan kerusakan pada bulb bawang baik di lahan pertanian maupun di gudang pada masa penyimpanan. Contoh infeksi lainnya adalah pembusukan pada buah-buahan seperti jeruk dan tomat sehingga menyebabkan kerusakan pada proses penyimpanan pasca. Pada kacang tanah menyebabkan terjadinya pembusukan mahkota (*Crown rot*) sehingga produksi kacang tanah menjadi menurun (Rao et al. 2017).

*Cladosporium* merupakan kelompok jamur patogen tanaman pertanian, terutama menyerang pada anggota famili Solanaceae, genus *Lycopersicon*, misalnya *Lycopersicon esculentum* (tomat). Dalam proses infeksi, conidia jamur *Cladosporium* menetap dibagian abaksial daun, berkecambah, elanjutnya masuk melalui stomata yang terbuka. Gejala yang tampak akan berbeda pada permukaan bawah dan atas daun. Pada bagian atas daun akan terbentuk spot-spot pucat yang akan berubah menjadi bintik kekuningan sekitar 1 minggu setelah infeksi. Hal ini menggambarkan rusaknya jaringan parenkim palisade daun. Sedangkan pada sisi bawah daun (abaksial) akan tampak bercak putih yang lama kelamaan akan berubah menjadi bercak coklat. Pada stadium lanjut akan menyebabkan stomata menjadi tidak berfungsi dengan baik karena terjadinya agregasi konidiophores yang menggunakan stomata untuk keluar dari daun dan membebaskan konidia. Ini selanjutnya berkontribusi dalam penyebaran penyakit. Sebagai dampak dari penyumbatan stomata menyebabkan respirasi tanaman menjadi

terhambat, daun menjadi layu, dan memicu defoliiasi parsial. Pada kondisi infeksi berat dapat menyebabkan kematian tanaman inang (Thomma et al. 2005).

*Fusarium solani* merupakan jamur yang paling sering diisolasi dari tanah, sisa pembusukan tumbuhan atau komoditi pertanian. *F. solani* umumnya bertindak sebagai dekomposer, penyebab pembusukan pada komoditi pertanian atau bahan makanan, serta patogen spesifik host dari sejumlah tanaman pertanian unggul (Schroers et al. 2016). Hasil studi menunjukkan bahwa *F. solani* merupakan patogen penting dari sejumlah tanaman pertanian dengan rentang host beragam, misalnya isolat *F. solani* FSSC 11 menyebabkan busuk akar pada *Pisum sativum* L. Selain itu tercatat bahwa *F. solani* juga merupakan patogen dari 10 tanaman komoditi pertanian lainnya termasuk marga Solanaceae (Coleman 2016).

### Uji aktivitas antijamur tanaman terpilih

Terdapat sebanyak 10 Jenis tanaman koleksi terpilih Kebun Raya “Eka Karya” Bali yang diuji dalam penelitian ini, meliputi famili Zingiberaceae (2 jenis), Rutaceae (1 jenis), Poaceae (1 jenis), Piperaceae (1 jenis), Costaceae (1 jenis), Agavaceae (2 jenis), dan Acrocaceae (1 jenis). Pemilihan jenis tanaman uji ini didasarkan pada studi literatur dengan tumbuhan yang berkerabat dekat, aroma khas yang dihasilkan, dan informasi etnobotani yang dikumpulkan pada saat pengkoleksian tumbuhan. Organ tanaman yang diekstrak dari tanaman tersebut disesuaikan dengan lokasi penyimpanan metabolit sekunder pada tanaman, meliputi rhizome, daun, dan batang. Hasil uji antijamur ekstrak metanol tanaman terpilih terhadap jamur patogen tanaman *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp. dan *Fusarium solani* dipaparkan pada Tabel 3 dan Gambar 4. Hasil uji antijamur menunjukkan bahwa dari 10 tanaman uji terdeteksi sebanyak 4 jenis tanaman yang memiliki aktifitas positif terhadap jamur uji, yaitu *Alpinia galanga* (L.) Willd. (Zingiberaceae), *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor (Poaceae), *Piper aduncum* L., (Piperaceae) dan *Acorus calamus* L. (Acoraceae). Tiga diantara tanaman tersebut yaitu *A. galanga*, *P. aduncum* dan *A. calamus* memiliki sifat antijamur terhadap ketiga jamur uji dengan besar zona hambat yang bervariasi. Sedangkan *C. winterianus* menunjukkan aktivitas positif sebagai antijamur terhadap *A. niger* dan *Cladosporium* sp., tetapi negatif terhadap *F. solani*.

Penelitian tentang kemampuan senyawa metabolit sekunder tanaman *Piper aduncum* sebagai agen antijamur telah pernah dikaji. Santos et al. (2013) melaporkan bahwa Ekstrak etanol daun *P. Aduncum* memiliki aktivitas antijamur yang kuat terhadap *Trichophyton* spp. dan menghambat resistensi fluconazole. Kemudian Santos et al (2014) juga melaporkan bahwa ekstrak *Piper aduncum* dengan berbagai macam pelarut memiliki sifat antijamur terhadap jamur kulit *Trichophyton rubrum* dan *Trichophyton interdigitale*. Ferreira et al (2016) menemukan bahwa fraksi dillapiole dari essential oil daun *Piper aduncum* memiliki sifat antijamur terhadap *Trichophyton mentagrophytes* (ATCC 9533 and clinical isolate). Dillapiole merupakan kandungan tertinggi dari essential oil *P. aduncum* dengan konsentrasi antra 31-97%.

**Tabel 3.** Hasil uji berat kering material dan rata-rata zona hambat yang terbentuk pada uji antijamur patogen tanaman

Nama tanaman	Famili	Organ tanaman	Berat kering per 100 g sample (g)	Rata-rata zona hambat (cm)			
				Kontrol (metanol)	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Fusarium solani</i>
<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.	Zingiberaceae	Rhizome	26,9	-	0,73 ± 0,06	1,07 ± 0,35	2,07 ± 0,25
<i>Boenninghausenia albiflora</i> (Hook.) Rchb. Ex meisn.	Rutaceae	Daun	Digunakan daun segar	-	-	-	-
<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt ex Bor	Poaceae	Daun	55,3	-	0,87 ± 0,21	0,73 ± 0,06	-
<i>Piper aduncum</i> L	Piperaceae	Batang	52,6	-	-	-	-
<i>Homalomena</i> sp.	Piperaceae	Daun	23,8	-	0,83 ± 0,06	1,1 ± 0,51	1,6 ± 0,26
	Aracaceae	Daun	11,75	-	-	-	-
		Batang	3,86	-	-	-	-
<i>Costus</i> sp.	Costaceae	Daun	9,93	-	-	-	-
<i>Alpinia</i> sp.	Zingiberaceae	Daun	16,6	-	-	-	-
		Batang	10,8	-	-	-	-
<i>Acorus calamus</i> L	Acoraceae	Daun	15,84	-	1,1 ± 0,1	1,43 ± 0,21	1,3 ± 0,10
		Rhizome	2,6	-	1,63 ± 0,15	1,8 ± 0,17	1,3 ± 0,26
<i>Agave</i> sp. 1 (pendek)	Agaveceae	Daun	12,58	-	-	-	-
<i>Agave</i> sp. 2	Agaveceae	Daun	-	-	-	-	-

Sedangkan hasil penelitian tentang kemampuan antijamur *C. winterianus* telah pernah dilaporkan oleh Simic et al., (2008) yang menemukan bahwa essential oil *C. winterianus* menunjukkan sifat antijamur yang kuat terhadap *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *A. ochraceus*, *A. flavus*, *A. terreus*, *A. versicolor*, *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. fulvum*, *Fusarium tricinctum*, *F. sporotrichioides*, *Mucor mucedo*, *Penicillium funiculosum*, *P. ochrochloron*, *Leptosphaeria lindquistii*, *Trichoderma viride*, *Trichophyton interdigitale*, *Candida albicans*. Kandungan senyawa aktif dalam essential oil *C. winterianus* tersebut adalah citronellal (27.00%), *trans*-geraniol (22.78%), dan citronellol (10.09%).

Hasil penelitian Handajani et al. (2008) mengungkapkan bahwa ekstrak rizhoma *A. galanga* menghambat pertumbuhan *Aspergillus* spp. dan *Fusarium moniliforme*. Kemudian hasil penelitian Khodavandi (2013) menunjukkan bahwa ekstrak metanol rizhoma *A. galanga* menghambat pertumbuhan beberapa spesies jamur patogen *Candida tropicalis* dan *Candida glabrata*.

*Acorus calamus* merupakan tumbuhan aromatik yang dikenal sebagai tanaman obat. Di Indonesia *A. calamus* dikenal dengan nama lokal Jeringau. Studi tentang kemampuan antijamur *A. calamus* telah pernah dilaporkan oleh Hemamalini et al. (2015) yang melaporkan bahwa ekstrak *A. calamus* bisa menghambat pertumbuhan *Candida albicans*, *Microsporum gypsum*, *Trichophyton rubrum* dan *T. mentagrophytes*. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa ekstrak rhizome *A. calamus* memiliki aktivitas positif antijamur terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Rawal et al. 2015).

Dari 10 jenis tanaman koleksi terpilih Kebun Raya "Eka Karya" Bali yang diskriminasi untuk studi kemampuan antijamur terhadap jamur patogen tanaman, diperoleh 4 jenis tanaman yang berpotensi mengandung senyawa antijamur yaitu ekstrak rhizome *Alpinia galanga*, daun dan rhizome *Acorus calamus*, daun *Piper aduncum*, dan daun

*Cymbopogon winterianus*. Ekstrak daun dari beberapa tanaman lain yaitu daun *Boenninghausenia albiflora*, daun *Costus* sp., daun dan batang *Alpinia* sp., batang *Cymbopogon winterianus*, daun *Agave* sp.1 dan *Agave* sp.2, dan daun *Homalomena* sp., menunjukkan hasil negatif sebagai antijamur terhadap jamur uji. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh sejumlah tanaman yang memiliki sifat antijamur terhadap jamur patogen tanaman *Aspergillus niger*, *Cladosporium* sp., dan *Fusarium solani*, sehingga bisa berpotensi sebagai agen fungisida nabati.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh dana DIPA Pengembangan Potensi Dan Dokumentasi Botani Ekonomi BKT Kebun Raya Eka Karya Bali LIPI. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada H. Fauziah dan Adinda T.U.W. yang telah membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *J Pharm Anal* 6: 71-79.
- Coleman JJ. 2016. Pathogen profile The *Fusarium solani* species complex: ubiquitous pathogens of agricultural importance. *Mol Plant Pathol* 17 (2): 146-158.
- Cordero BG, Arroyo T, Valero E. 2014. A long term field study of the effect of fungicides penconazole and sulfur on yeasts in the vineyard. *Int J Food Microbiol* 189: 189-94.
- Dalimunthe CI dan Rachmawan. A. 2017. Prospek pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan Sebagai pestisida nabati untuk pengendalian patogen Pada tanaman karet. *Warta Perkaratan* 36 (1), 15-28.
- de Oliveira WA, Pereira FO, de Luna GCDG, Lima IO, Wanderley PA, de Lima RB, Lima EO. 2011. Antifungal Activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt Ex Bor Against *Candida albicans*. *Braz J Microbiol* 42: 433-441.
- Ferreira RG, Monteiro MC, Da Silva JKR, Maia JGS. 2016. Antifungal action of the dillapiol-rich oil of *Piper aduncum* against dermatomycoses caused by filamentous fungi. *Br J Med Med Res* 15 (12): 1-10.

- Gautam AK, Sharma S, Avasthi S, Bhadauri R. 2011. Diversity, Pathogenicity and Toxicology of *A. niger* : An Important Spoilage Fungi. *Res J Microbiol* 6 (3): 270-280.
- Golijan J, Veličković M, Dimitrijević B, Marković D. 2017. Plant production by the concept of organic agriculture in the world and Serbia-history and current status. *Acta Agric Serb* 22 (43): 67-88
- Handajani NS, Purwoko T. 2008. Aktivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* spp. Penghasil Aflatoksin dan *Fusarium moniliforme*. *Biodiversitas* 9 (3): 161-164.
- Harborne J.B. 1987, *Phytochemistry Methods*, John Wiley and Sons, New York.
- Hemamalini V, Rajarajan S, Duraiselvi B, Anandhalakshmi J. 2015. Evaluaton of antifungal properties of *Acorus calamus* L. *Intl J Curr Res* 7 (1): 11825-11828.
- Khodavandi A, Tahzir NAB, Cheng PW, Chen PYY, Alizadeh F, Hrmal NS, Pei CP. 2013. Antifungal activity of rhizome *Coptidis* and *Alpinia galangal* against *Candida* species. *J Pure Appl Microbio* 7 (3): 1725-1730.
- Liu Y, Shen D, Li S, Ni Z, Ding M, Ye C, Tang F. 2016. Residue levels and risk assessment of pesticides in nuts of China. *Chemosphere* 144: 645-51.
- Owen WJ, Yao C, Myung K, Kemmitt G, Leader A, Meyer KG, Bowling AJ, Slanec T, Kramer VJ. 2017. Biological Characterization of Fenpicoxamid, a New Fungicide with Utility in Cereals and Other Crops. *Pest Manag Sci* 73: 2005-2016
- Palencia ER, DM Hinton and CW Bacon. 2010. *Review: The Black Aspergillus* Species of Maize and Peanuts and Their Potential for Mycotoxin Production. *Toxins* 2: 399-416.
- Paterson RRM and Lima N. 2017. Review: Filamentous fungal human pathogens from food emphasising *Aspergillus*, *Fusarium* and *Mucor*. *Microorganisms* 5 (44): 1-9.
- Priya RU, Sataraddi A, Darshan S. 2018. Efficacy of non-systemic and systemic fungicides against purple blotch of onion (*Allium cepa* L.) Caused by *Alternaria porri* (Ellis) Cif. *Int J Recent Sci Res* 6 (9): 6519-6521.
- Pusztahelyi T, Holb IJ, Pócsi I. 2015. Secondary metabolites in fungus-plant interactions. *Front Plant Sci* 6: 573.
- Rao AP, Agbo BE, Udoekong NS, Etuk HA. 2017. Evaluation of Antagonistic Potential of Soil Bacteria against Plant Pathogenic Fungus: *Aspergillus niger*. *Adv Microbiol* 3 (2): 1-7.
- Rawal P, Adhikari RS, Danu K, Tiwari A. 2015. Antifungal activity of *Acorus calamus* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Int J Curr Microbiol App Sci* 4 (1): 710-715.
- Santos ML, Magalhães CF, da Rosa MB, de Assis SD, Brasileiro BG, de Carvalho LM, da Silva MB, Zani CL, de Siqueira EP, Peres RL, Andrade AA. 2014. Antifungal activity of extracts from *Piper aduncum* leaves prepared by different solvents and extraction techniques against dermatophytes *Trichophyton rubrum* and *Trichophyton interdigitale*. *Braz J Microbiol* 44 (4): 1275-1278.
- Santos ML, Magalhães CF, da Rosa MB, Santos D, Brasileiro BG, de Carvalho LM, da Silva MB, Zani CL, de Siqueira EP, Peres RL, Andrade AA. 2013. Antifungal activity of extracts from *Piper aduncum* leaves prepared by different solvents and extraction techniques against dermatophytes *Trichophyton rubrum* and *Trichophyton interdigitale*. *Braz J Microbiol* 44 (4): 1275-1278.
- Schroers HJ, Samuels GJ, Zhang N, Short DPG, Juba J, Geiser DM. 2016. Epitypification of *Fusisporium (Fusarium) solani* and its assignment to a common phylogenetic species in the *Fusarium solani* species complex. *Mycologia* 108 (4): 806-819.
- Simic A, Rančić A, Sokovic MD, Ristic M, Jovanovic SG, Vukojevic J, Marin PD. 2008. Essential oil composition of *Cymbopogon winterianus* and *Carum carvi* and their antimicrobial activities. *Pharm Biol* 46 (6): 437-441.
- Susanty dan Bachmid F. 2016. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan refluks terhadap kadar fenolik dari ekstrak tongkol jagung (*Zea mays* L.) *Konversi* 5 (2): 87-93.
- Thomma BPHJ, van Esse HP, CROUS PW, de Wit PJGM. 2005. Pathogen profile *Cladosporium fulvum* (syn. *Passalora fulva*), a highly specialized plant pathogen as a model for functional studies on plant pathogenic Mycosphaerellaceae. *Mol Plant Pathol* 6 (4): 379-393.
- Yuharmen Y, Eryanti Y, Nurbalatif. 2002. Uji Aktivitas Antimikrobia Minyak Atsiri dan Ekstrak Metanol Lengkuas (*Alpinia galanga*). *Jurnal Nature Indonesia* 4 (2): 178-183.
- Yulia E, Istifadah N, Widiyanti F dan Utami HS. 2017. Antagonisme *Trichoderma* spp. terhadap jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan penekanan penyakit jamur akar putih pada tanaman karet. *Jurnal Agrikultura* 28 (1): 47-55.

# Potensi *Litsea cubeba* berdasarkan kandungan minyak atsiri pada beberapa bagian tanaman

## Potent of *Litsea cubeba* based on essential oils content in some parts of plant

I PUTU AGUS HENDRA WIBAWA<sup>1,✉</sup>, VIENNA SARASWATY<sup>2</sup>, PUTRI SRI ANDILA<sup>1</sup>, I GEDE TIRTA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UPT. BKT Kebun Raya 'Eka Karya' Bali, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Candikuning, Baturiti, Tabanan 82191, Bali. Tel.: +62-368-2033211, ✉email: iput004@lipi.go.id ; agus.hen9@gmail.com

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Cisitua-Sangkuriang, Bandung 40135, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 26 Maret 2018. Revisi disetujui: 30 Juni 2018.

**Abstrak.** Wibawa IPAH, Saraswaty V, Andila PS, Tirta IG. 2018. Potensi *Litsea cubeba* berdasarkan kandungan minyak atsiri pada beberapa bagian tanaman. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 76-82. Hutan di Indonesia kaya dengan jenis tumbuhan penghasil minyak atsiri yang mempunyai prospek sangat baik sebagai komoditi ekspor Indonesia. Salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri ini adalah tumbuhan *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk; mengetahui variasi kandungan minyak atsiri dari daun, kulit batang dan buah dari *L. cubeba*; mengetahui kandungan kimia dari minyak atsirinya; serta mengetahui potensi kegunaan dari senyawa kimia yang dikandung tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rendemen minyak hasil penyulingan antara daun, kulit batang dan buah dari *L. cubeba*, dimana buah mengandung 10% minyak atsiri sedangkan daun dan kulit batang masing-masing mengandung 3,33% dan 1% minyak atsiri. Masing-masing minyak atsiri yang berasal dari daun, buah dan kulit batang mengandung senyawa yang berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap minyak yang diperoleh memiliki khasiat utama yang berbeda. Minyak dari daun direkomendasikan sebagai insect repellent alami yang juga bisa dimanfaatkan sebagai anti mikroba baik sebagai anti jamur dan bakteri, jika dimanfaatkan sebagai obat gosok maka akan memberikan efek relaksasi pada otot dan menghentikan inflamasi. Sedangkan minyak dari buah lebih direkomendasikan untuk dimanfaatkan sebagai biopestisida karena tingginya kandungan senyawa verbenol dan minyak dari kulit batang sebagai termisidal atau antirayap.

**Kata kunci:** *Litsea cubeba*, minyak atsiri, anti-serangga, anti-mikroba, anti-peradangan

**Abstract.** Wibawa IPAH, Saraswaty V, Andila PS, Tirta IG. 2018. Potent of *Litsea cubeba* based on essential oils content in some parts of plant. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 76-82. Indonesia forests are rich with essential oils producing plant that has excellent prospect as an export commodity. One of the potential essential oil-producing plants is *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. The aims of this study were to determine variations of essential oils content from different part of *L. cubeba* i.e. leaves, bark and fruit, investigate the chemical constituents of the essential oils by GCMS from these parts and also predicted the potential use of *L. cubeba* regarding bioactivity of compound that was identified. The results showed that the yield essential oils from distillation of different part from *L. cubeba* significantly different, i.e., 10%, 3.33% and 1% w/v respectively for fruit, leaves and bark. Each part also produces different compounds, because of that, it can be concluded that each part had different bioactivity. Essential oils from the leaves were recommended as a natural insect repellent in which also can be used as anti-bacterial and anti-fungal, if used as a liniment it will provide a relaxing effect on the muscles and stop the inflammation. Meanwhile essential oils from fruit was recommended as biopesticides because of the high content of verbenol and the bark was recommended as termiticide.

**Keywords:** *Litsea cubeba*, essential oils, insect repellent, antimicrobial, antiinflammation

## PENDAHULUAN

Minyak atsiri (*essential oil*) merupakan salah satu komoditas ekspor agroindustri potensial yang dapat menjadi andalan bagi Indonesia untuk mendapatkan devisa. Data statistik ekspor-impor dunia menunjukkan bahwa konsumsi minyak atsiri dan turunannya naik sekitar 10% dari tahun ke tahun. Kenaikan tersebut terutama didorong oleh perkembangan kebutuhan untuk industri *food flavouring*, industri komestik dan wewangian (Rizal et al. 2009).

Indonesia menghasilkan 40 dari 80 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan di pasar dunia. Dari jumlah tersebut

13 jenis telah memasuki pasar atsiri dunia, yaitu nilam, serai wangi, cengkih, jahe, pala, lada, kayu manis, cendana, melati, akar wangi, kenanga, kayu putih, dan kemukus. Sebagian besar minyak atsiri yang diproduksi petani diekspor dengan pangsa pasar untuk nilam 64%, kenanga 67%, akar wangi 26%, serai wangi 12%, pala 72%, cengkih 63%, jahe 0,4%, dan lada 0,9% dari ekspor dunia (Rizal dan Djazuli 2006).

Hutan di Indonesia kaya dengan jenis tumbuhan penghasil minyak atsiri yang mempunyai prospek sangat baik sebagai komoditi ekspor Indonesia. Salah satu tumbuhan penghasil minyak atsiri ini adalah tumbuhan

*Litsea cubeba* (Lour.) Pers. Tumbuhan ini merupakan tanaman pegunungan yang dikenal dengan sebutan "Mountain pepper" atau "Lada Gunung". Jenis ini tersebar secara alami mulai dari Himalaya timur sampai Asia bagian tenggara, Cina bagian selatan dan Taiwan. Di Indonesia, tanaman *L. cubeba* tumbuh liar di lereng-lereng gunung yang ada di Pulau Jawa dan Sumatera pada ketinggian 700 hingga 2300 m di atas permukaan laut (Heyne 1987), selain itu terdapat juga di Kalimantan Timur pada ketinggian 400-600 m dpl (Oyen dan Dung 1999).

*Litsea cubeba* di Jawa Tengah dikenal dengan nama krangean, di Sumatera Utara dengan nama antarasa, sedangkan di daerah Jawa Barat dikenal dengan nama kilemo. Tumbuhan ini termasuk famili Lauraceae, yang merupakan pohon perdu dengan diameter batang 6-20 cm serta tinggi pohon 5-12 meter (Oyen dan Dung 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk; mengetahui variasi kandungan minyak atsiri dari daun, kulit batang dan buah dari *L. cubeba*; mengetahui kandungan kimia dari minyak atsirinya; serta mengetahui potensi kegunaan dari senyawa kimia yang dikandung tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material tumbuhan (daun, buah dan kulit batang) *L. cubeba* yang diperoleh dari Desa Peranten, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah. Daun dan buah yang digunakan dalam percobaan ini adalah tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua, sedangkan kulit batang yang digunakan adalah kulit batang dari tanaman yang sudah tua.

Material tanaman yang diperoleh dikeringanginkan selama  $\pm 5$  hari. Untuk mengetahui kandungan minyak atsirinya, setiap bagian tanaman disuling dengan sistem rebus menggunakan alat "Destilasi Skala Laboratorium Schott Duran 2000 ml (Harborne 1987). Setiap jenis sampel yang disuling diulang sebanyak tiga kali kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk memastikan kandungan

minyaknya. Pemanasan dilakukan selama  $\pm 5$  jam, hasil destilasi berupa minyak dan aerosol dipisahkan dengan corong pemisah (*Sparator Schott Duran 250 ml*), minyak yang diperoleh disimpan dalam botol flakon untuk analisis lebih lanjut. Untuk mengetahui kandungan kimia dari tumbuhan ini, minyak atsiri hasil sulingan dianalisis menggunakan alat GC-MS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Rendemen minyak hasil penyulingan daun, kulit batang dan buah *L. cubeba* tercantum pada Tabel 1. Dari hasil penyulingan diketahui bahwa rendemen minyak hasil penyulingan dari buah *L. cubeba* jauh lebih tinggi (10%) jika dibandingkan dengan rendemen dari daun dan kulit batang yang masing-masing hanya 3,33% dan 1%. Hal ini senada dengan hasil penelitian Rostiwati et al. (2009), yang menyebutkan bahwa rendemen minyak hasil penyulingan *L. cubeba* yang berasal dari kawasan Tangkuban Perahu Cikole, Jawa Barat menunjukkan bahwa rendemen yang berasal dari buah dengan metode penyulingan rebus menghasilkan rendemen minyak tertinggi (10,28%) dibandingkan baban tanaman yang lainnya, seperti bagian daun ( 8,1%) dan kulit batang (1,62%). Menurut Si et al., (2012) perbedaan kandungan minyak esensial *L. cubeba* juga dipengaruhi oleh tempat tumbuh seperti iklim dan jenis tanah.

**Tabel 1.** Perolehan minyak atsiri *Litsea cubeba* dari masing-masing bahan

Bahan yang disuling	Kandungan minyak atsiri (ml/100 g bahan)	Persentase (%)
Daun	3,33	3,33
Buah	10	10
Kulit batang	1	1



**Gambar 1.** Daun, buah dan kulit kayu *Litsea cubeba*

### Hasil analisis GC-MS

#### Minyak atsiri dari daun *L. cubeba* (kode LC 1)

Pada minyak atsiri yang berasal dari daun (LC 1) diketahui bahwa senyawa utama yang terkandung dalam minyak ini adalah senyawa isopulegol (56.94%), 3-octen-5-yne, 2,7 dimethyl (E) (15.50%), 1-p-menthen-8-yl-acetate (7.57%),  $\beta$ -pinene (6.07%),  $\beta$ -myrcene (3.37%), cis ocimene (2.79%), oxirane tetramethyl (5.01%),  $\gamma$ -terpinene (0.91%), trans sabinene hidrat (1.15%), 4-terpineol (0.61%) (Gambar 2).

Senyawa isopulegol adalah suatu monoterpenoid, senyawa ini merupakan prekursor dalam sintesis senyawa methol yang telah banyak digunakan dalam industri farmasi serta memiliki beragam bioaktivitas seperti antiinflamasi, analgesik dan *insect repellent*. Disamping itu penelitian lainnya menunjukkan bahwa senyawa isopulegol selain sebagai prekursor juga memiliki bioaktivitas sebagai antiinflamasi dan juga sebagai gastroprotektor (Jamaludin et al. 2009; Silva et al. 2009).

$\beta$ -pinene merupakan suatu senyawa terpenoid yang memiliki bioaktivitas antibakteri yang kuat (Leite et al. 2007). Bioaktivitas antibakteri ini juga dimiliki oleh senyawa 3-octen-5-yne, 2,7 dimethyl (E).  $\beta$ -Myrcene adalah suatu senyawa monoterpen yang umum ditemukan pada tanaman ganja (*Cannabis*). Senyawa ini memiliki beragam bioaktivitas yang menarik diantaranya adalah antiinflamasi, analgesik, sedatif dan juga sebagai relaksan otot. Adanya efek sedativ dari senyawa  $\beta$ -Myrcene pada minyak ini maka minyak ini dapat dimanfaatkan sebagai aromaterapi untuk membantu tidur (Rao et al. 1990; Lorenzetti et al. 1991; Do Vale et al. 2002; Bisset dan Wichtl 2004). Disamping itu efek relaksasi juga diberikan oleh senyawa 4-terpineol.

Kandungan senyawa cis-ocimene, 1-p-methen-8-yl-acetate pada minyak daun ini akan memberikan bau harum yang enak (Kurt et al. 2001; Xuan et al. 2014), disamping itu senyawa cis-ocimene dan  $\gamma$ -terpinene akan memberikan bioaktivitas sebagai antijamur (Camila et al. 2015;

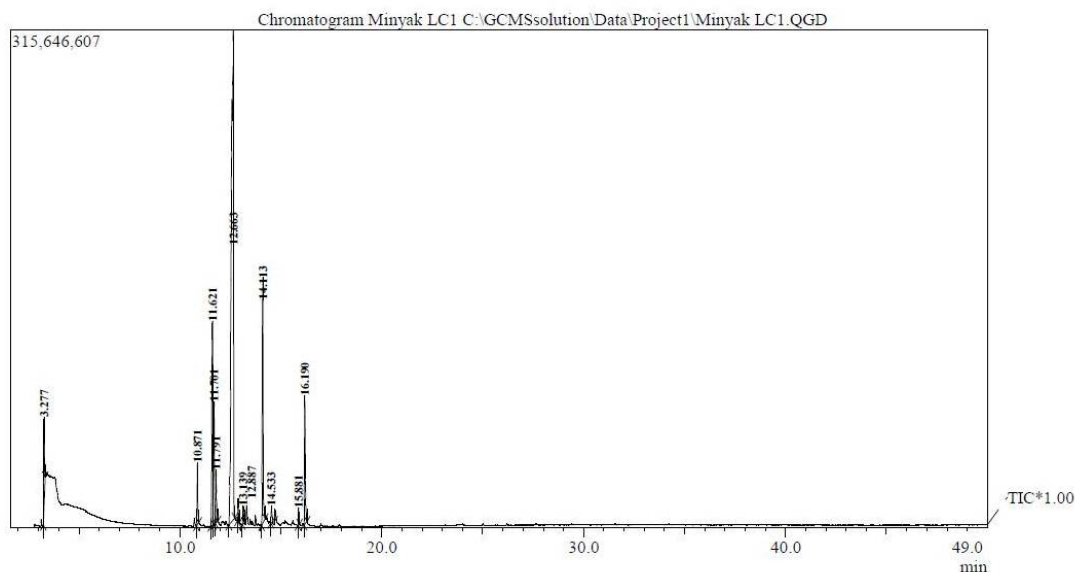
Cavaleiro 2015) sedangkan senyawa trans-sabinene hidrat akan memberikan efek rasa dingin dan mint (Galopin 2001). Dapat diketahui bahwa minyak dari daun ini merupakan minyak atsiri yang dapat digunakan untuk relaksasi otot, antiinflamasi, dan memiliki efek sedatif juga antibakteri dan antijamur serta memiliki rasa dingin dan mint.

#### Minyak atsiri dari buah *L. cubeba* (kode LC 3)

Hasil GCMS minyak atsiri dari buah *L. cubeba* (LC 3) menunjukkan, bawa minyak tersebut mengandung senyawa-senyawa berikut yaitu cis-carveol (30.97%), verbenol (25.32%), 2-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-oxirane (14.22%), limonene (8.67%), citronella (7.48%), trans-caran,4,5,-epoxi (4.01%), linalool (1.93%), E-citral (1.67%) dan beberapa senyawa lain yang kadarnya dibawah 1% (Gambar 3).

**Tabel 1.** Hasil GCMS minyak atsiri dari daun *Litsea cubeba*

No	R.Time	Conc %	Nama
1	3.277	5.01	Oxirane, tetramethyl-(CAS) TETRAMETHYL ETHYLENE OXIDE
2	10.871	2.79	cis-Ocimene
3	11.621	15.50	3-Octen-5-yne, 2,7-dimethyl-, (E)-(CAS) TRANS-2,7-DIMETHYLOCT-5-YN-3
4	11.701	6.07	2-BETA.-PINENE
5	11.791	3.37	.beta.-Myrcene
6	12.663	43.12	ISOPULEGOL 2
7	12.887	0.91	.gamma.-Terpinene
8	13.139	1.15	TRANS-SABINENE HYDRATE
9	14.113	13.82	ISOPULEGOL 1
10	14.533	0.69	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-(CAS) 4-Terpineol
11	15.881	0.61	1-P-MENTHEN-8-YL ACETATE
12	16.190	6.96	1-P-MENTHEN-8-YL ACETATE
		100.00	



**Gambar 2.** Hasil GCMS minyak atsiri dari daun *Litsea cubeba*

Carveol adalah suatu senyawa terpenoid pinen yang digunakan sebagai pewangi alami. Senyawa ini biasanya digunakan untuk kosmetik, shampoo, sabun toilet, dan berbagai macam jenis kosmetik lainnya dan juga bisa digunakan untuk pewangi pada perlengkapan pembersih rumah tangga dan deterjen (Bhatia et al. 2008).

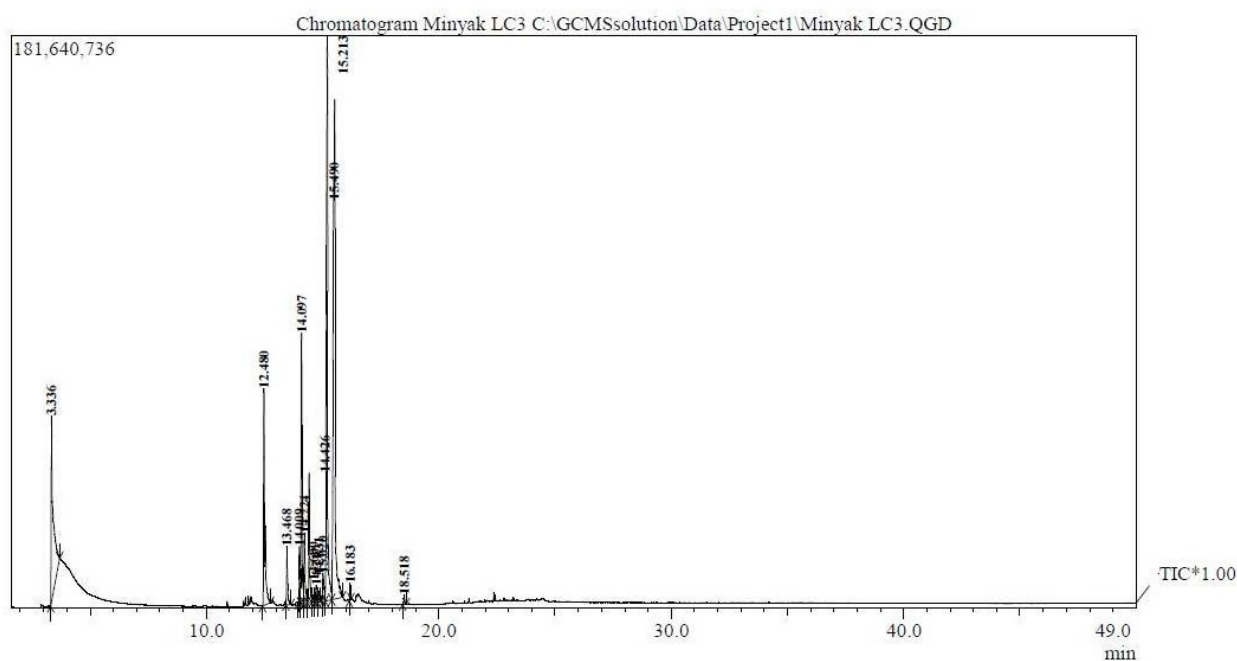
Verbenol adalah suatu senyawa terpenoid alkohol. Pada penelitian yang dilakukan oleh Paduch et al. 2016 menunjukkan bahwa senyawa trans verbenol menunjukkan adanya bioaktivitas menghambat tumor pada kolon dengan nilai IC50 sebesar 77.8 µg/mL (Paduch et al. 2016). Verbenol juga merupakan suatu pestisida alami yang dapat digunakan untuk menanggulangi serangan kumbang. Pada penelitian yang dilakukan oleh Byers (1983) ditemukan bahwa senyawa trans verbenol akan menghambat daya tarik pada kumbang betina. Oleh karena itu jika diberikan secara bersama-sama dengan senyawa verbenon dan cis-verbenol diduga akan efektif dalam menanggulangi serangan kumbang *Dendroctonus brevicomis* (Negron et al. 2006, Byers 1983).

dl-Limonene (8.67%), citronella (7.48%), 4,5,-trans epoxycarane (14.22%), linalool (1.93%), E-citral (1.67%) merupakan senyawa golongan terpenoid dan telah diketahui sebagai pewangi alami. Menariknya adanya senyawa dl-limonene, senyawa ini telah dikembangkan menjadi agen kemopreventif untuk beberapa tipe kanker (Sun 2007). Senyawa citronella yang terkandung sebanyak 7.48% merupakan suatu senyawa yang sering ditemukan pada tanaman serih (lemongrass), senyawa ini merupakan suatu senyawa biopestisida alami dan telah banyak digunakan dalam berbagai kosmetik dan farmasi sebagai

antiserangga. Adanya senyawa E-citral, citronella, dl-limonene dan linalool memberikan minyak ini wangi khas seperti jeruk. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa minyak atsiri dari buah *L. cubeba* banyak mengandung senyawa terpenoid yang dapat digunakan sebagai pewangi alami dan biopestisida disamping juga sebagai sumber bahan baku kosmetik.

**Tabel 2.** Hasil GCMS minyak atsiri dari buah *Litsea cubeba*

No	R.Time	Conc %	Nama
1	3.336	14.22	2-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-oxirane
2	12.480	8.67	dl-Limonene
3	13.468	1.93	L-Linalool
4	14.009	1.67	E-Citral
5	14.097	7.48	Citronella
6	14.224	2.40	(1,3-Dimethyl-2-methylene-cyclopentyl)-methanol
7	14.426	4.01	Trans-Carane, 4,5-Epoxy-
8	14.600	0.43	-
9	14.717	0.51	3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-, (S)-(CAS) p-Menth-1
10	14.831	0.42	[1,1'-Bicyclopentyl]-2-one (CAS) 2-cyclopentyl-1-cyclopentanone
11	15.020	1.42	[1,1'-Bicyclopentyl]-2-one (CAS) 2-cyclopentyl-1-cyclopentanone
12	15.213	25.32	Verbenol
13	15.490	30.97	Cis-(+)-carveol
14	16.183	0.30	1-P-menthen-8-YL acetate
15	18.518	0.27	(-)-Caryophyllene oxide
		100.00	



**Gambar 3.** Hasil GCMS minyak atsiri dari buah *Litsea cubeba*

#### Minyak atsiri dari kulit batang *L. cubeba* (LC 4)

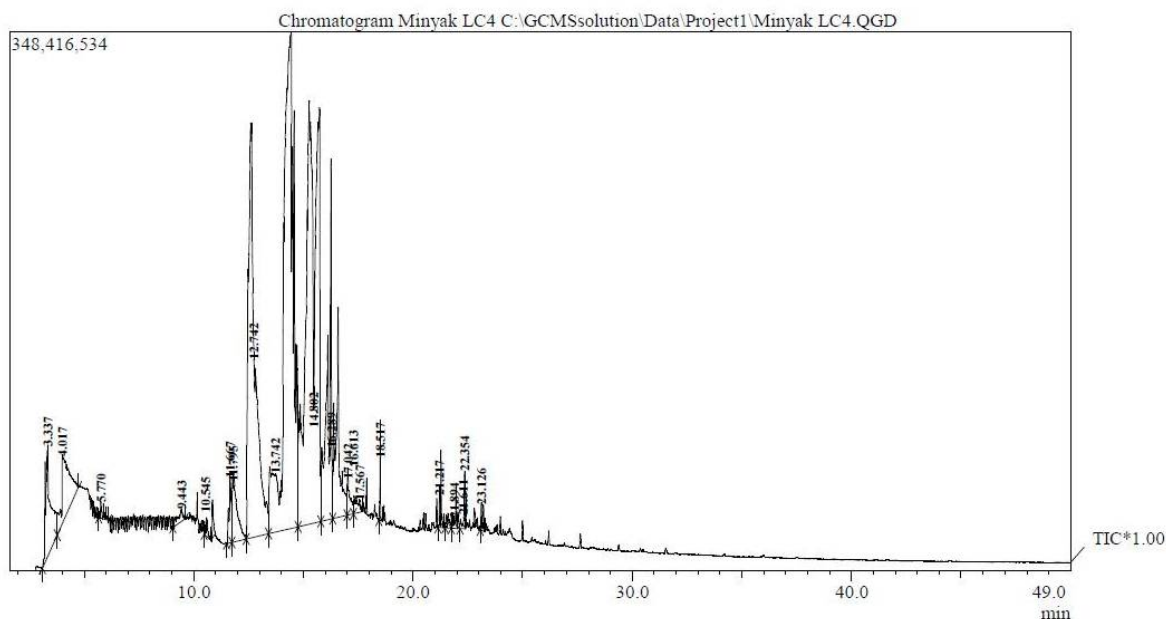
Pada minyak kulit batang *L. cubeba* diketahui adanya sekitar 20 buah senyawa. Senyawa dengan kandungan lebih dari 10% adalah Bicyclo[4.1.0]heptane,7-(1-methylethylidene) (18.25%), Linalyl formate (24.34%), dan  $\alpha$ -terpinil acetat (23,99%). Sedangkan senyawa lainnya dalam jumlah sekitar 0.3-5% (Gambar 4).

Dari senyawa-senyawa pada tabel diatas ada beberapa senyawa yang menarik diantaranya adalah nerolidol,  $\alpha$ -terpinil acetat,  $\beta$ -pinene dan  $\beta$ -myrcene, trans caryophyllene, aromadendrene, caryophyllene oxide dan asam nerolat. Nerolidol, merupakan senyawa yang mempunyai bioaktivitas sebagai obat maag (Klopell *et. al.* 2007). Sedangkan senyawa nerolic acid merupakan suatu senyawa kimia feromon yang biasanya diproduksi oleh lebah madu (Boch dan Shearer 1964). Senyawa aromadendrene merupakan suatu senyawa terpenoid yang diduga memiliki efek sinergis sebagai antibiotika jika dengan adanya senyawa 1,8 cineole (Mulyaningsih *et al.* 2010).

Linalyl formate adalah senyawa yang paling banyak terdapat dalam minyak ini, diikuti dengan  $\alpha$ -terpinil acetat, dan Bicyclo[4.1.0]heptane,7-(1-methylethylidene). Senyawa linalyl formate adalah pewangi alami, sehingga diduga bahwa wangi dari minyak ini merupakan dominasi dari senyawa tersebut. Senyawa  $\alpha$ -terpinil acetat dapat bermanfaat sebagai salah satu termitisida untuk pengendalian rayap dan juga diduga memiliki aktivitas sebagai antibakteri dan antioksidan (Ohtani *et al.* 1997, Ozcan *et al.* 2010). Senyawa  $\beta$ -pinene dan  $\beta$ -myrcene selain terdapat pada minyak kulit batang juga terdapat pada minyak daun. Kedua senyawa tersebut diketahui memiliki bioaktivitas sebagai anti bakteri dan juga sedativ dan relaksan otot.

**Tabel 3.** Hasil GCMS minyak atsiri dari kulit batang *Litsea cubeba*

No.	R. Time	Conc. %	Nama
1	3.337	4.83	3-Thiazolidinecarboxamide, 2-imino-(CAS) 2-Imino-3-Amidinothiadiazoline
2	4.017	4.73	PROPENE-1,1-D2
3	5.770	0.36	1-Propanol (CAS) Propanol
4	9.443	0.59	Cyclopentane, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-(CAS)
5	10.545	0.34	2-Propanamine, 1-(2,6-dimethylphenoxy)-
6	11.667	1.33	2-.BETA.-PINENE
7	11.795	2.83	.beta.-Myrcene
8	12.742	18.25	Bicyclo[4.1.0]heptane, 7-(1-methylethylidene)-(CAS) 7-Isopropylenyl Bicyclo
9	13.742	24.34	Linalyl formate
10	14.802	23.99	3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-, (S)-(CAS) p-Menth-1
11	16.289	8.13	Bicyclo[4.1.0]heptane, 7-(1-methylethylidene)-(CAS) 7-Isopropylenyl Bicyclo
12	16.613	5.98	5-Hexen-1-ol, 2-(2-methyl-1-propenyl)-(CAS) 5-Hexen-1-ol, 2-(2-methylpropenyl
13	17.042	0.97	trans-Caryophyllene
14	17.567	0.60	(+)-Aromadendrene
15	18.517	0.50	(-)-Caryophyllene oxide
16	21.217	0.60	nerolidol Z and E
17	21.611	0.31	1-Hexadecanone, 1-cyclopentyl-(CAS) 1-Cyclopentyl-1-Hexadecanone
18	21.894	0.47	Nerolic acid
19	22.354	0.48	3,7-Nonadien-2-Ol, 4,8-Dimethyl-
20	23.126	0.39	1h-Imidazole, 1-(1-Oxoocetadecyl)-
		100.00	



**Gambar 4.** Hasil GCMS minyak atsiri dari kulit batang *Litsea cubeba*

Senyawa trans caryophyllene merupakan senyawa yang diketahui memiliki bioaktivitas sebagai antiinflamasi, antimikroba, analgesik, dan antispasmodik (Fernandes et al. 2007; Leidiane et al. 2012). Sedangkan senyawa caryophyllene oxide merupakan suatu senyawa pewangi dan perasa alami. Minyak kulit batang merupakan minyak esensial yang utamanya dapat dimanfaatkan sebagai termisidal alami disamping itu senyawa-senyawa lain yang terdapat dengan jumlah sedikit akan menimbulkan sifat antimikroba dan relaksan.

Dengan membandingkan ke-3 minyak atsiri tersebut yang diperoleh dari sumber bagian tanaman yang berbeda maka dapat disimpulkan bahwa setiap minyak yang diperoleh memiliki khasiat utama yang berbeda. Minyak dari daun direkomendasikan sebagai insect repellent alami yang juga bisa dimanfaatkan sebagai anti mikroba baik sebagai anti jamur dan bakteri, jika dimanfaatkan sebagai obat gosok maka akan memberikan efek relaksasi pada otot dan menghentikan inflamasi. Sedangkan minyak dari buah lebih direkomendasikan untuk dimanfaatkan sebagai biopestisida karena tingginya kandungan senyawa verbenol dan minyak dari kulit batang sebagai termisidal atau antirayap.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rendemen minyak hasil penyulingan antara daun, kulit batang dan buah dari *L. cubeba*, dimana buah mengandung 10% minyak atsiri sedangkan daun dan kulit batang masing-masing mengandung 3,33% dan 1% minyak atsiri. Masing-masing minyak atsiri yang berasal dari daun, buah dan kulit batang mengandung senyawa yang berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap minyak yang diperoleh memiliki khasiat utama yang berbeda. Minyak dari daun direkomendasikan sebagai insect repellent alami yang juga bisa dimanfaatkan sebagai anti mikroba baik sebagai anti jamur dan bakteri, jika dimanfaatkan sebagai obat gosok maka akan memberikan efek relaksasi pada otot dan menghentikan inflamasi. Sedangkan minyak dari buah lebih direkomendasikan untuk dimanfaatkan sebagai biopestisida karena tingginya kandungan senyawa verbenol dan minyak dari kulit batang sebagai termisidal atau antirayap.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ida Bagus Ketut Arinasa yang telah banyak membantu dalam penelitian ini. Penelitian ini didanai oleh Dana DIPA Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya”, LIPI, Tabanan, Bali.

## DAFTAR PUSTAKA

Bhatia SP, McGinty D, Letizia CS, Api AM. 2008. Fragrance material review on carveol. *Food Chem Toxicol* 46: S85-S87.

- Bisset NG, Wichtl M. 2004. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on a Scientific Basis*. 3rd edn. Medpharm Scientific Publishers: Stuttgart; CRC Press, Boca Raton, FL.
- Byers JA. 1983. Bark Beetle Conversion of a Plant Compound to a Sex-Specific Inhibitor of Pheromone Attraction. *Science* 220: 624-626.
- Camila SFC, Nádia RBR, Rozental R, Santos LPB, Bezerra LML, de Almeida PA, Brandão MAF. 2015. Chemical composition and antifungal properties of essential oils of *Origanum vulgare* Linnaeus (Lamiaceae) against *Sporothrix schenckii* and *Sporothrix brasiliensis*. *Trop J Pharmaceut Res* 14 (7): 1207-1212.
- Cavaleiro C, Salgueiro L, Gonçalves MJ, Hrimpeng K, Pinto J, Pinto E. 2015. Antifungal activity of the essential oils of *Angelica major* against *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *J Nat Med* 69 (2): 241-248.
- Do Vale TG, Furtado EC, Santos JG, Jr, Viana GS. 2002. Central effects of citral, myrcene and limonene, constituents of essential oils chemotypes from *Lippia alba* (Mill.) n.e. Brown. *Phytomed* 9: 709-714.
- Fernandes ES, Passos GF, da Cunha MR, Ferreira FMJ, Campos, M.M, Pianowski LF, Calixto JB. 2007. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and ( $\pm$ )-trans-caryophyllene isolated from the essential oils of *Cordia verbenacea*. *Eur J Pharmacol* 569: 228-236.
- Galopin CC. 2001. A short and efficient synthesis of ( $\pm$ )-trans-sabinene hydrate. *Tetrahedron Lett* 42 (33): 5589-5591.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia*. Penuntun Cara Moderen Menganalisis Tumbuhan. Terjemahan Kosasih P. dan Iwang S.J. Penerbit ITB, Bandung.
- Heyne K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid II*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Yayasan Sarana Wanajaya, Jakarta.
- Jamaludin AA, Sutarno M. 2009. Synthesis of menthol from pulegol catalyzed by Ni $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. *Indon J Chem* 9 (1): 89-94.
- Klopell FC, Lemos M, Sousa JP, Comunello E, Maistro EL, Bastos JK, de Andrade SF. 2007. Nerolidol, an antiulcer constituent from the essential oils of *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae). *Z Naturforsch C* 62 (7-8): 537-542.
- Kurt B, Garbe D, Surburg H. 2001. *Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation and Uses*, 4th Completely revised edition, Wiley VCH Verlag GmbH, Germany.
- Leidiane PS, Mendes PVM, Taylena Teófilo MNG, Barbosa R, Ceccatto VM, Souza ANC, Cruz JS, Cardoso JHL. 2012. trans-Caryophyllene, a natural sesquiterpene, causes tracheal smooth muscle relaxation through blockade of voltage-dependent Ca<sup>2+</sup> channels. *Molecules* 17: 11965-11977.
- Leite AM, Lima EO, Souza EL, Diniz MFFM, Trajano VN, Medeiros IA. 2007. Inhibitory effect of b-pinene, a-pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing Gram-positive bacteria. *Rev Bras Cienc Farm* 43 (1): DOI: 10.1590/S1516-93322007000-100015
- Lorenzetti BB, Souza GE, Sarti SJ, Santos Filho D, Ferreira SH. 1991. Myrcene mimics the peripheral analgesic activity of lemongrass tea. *J Ethnopharmacol* 34: 43-48.
- Mulyaningsih S, Sporer F, Zimmermann S, Reichling J, Wink M. 2010. Synergistic properties of the terpenoids aromadendrene and 1,8-cineole from the essential oils of *Eucalyptus globulus* against antibiotic-susceptible and antibiotic-resistant pathogens. *Phytomedicine* 17 (13): 1061-1066.
- Negron, Jose F, Allen K, McMillin J, Burkwhat H. 2006. Testing Verbenone for Reducing Mountain Pine Beetle Attacks in Ponderosa Pine in the Black Hills, South Dakota, USDA Forest Service RMRS-RN-31.
- Ohtani Y, Hazama M, Sameshima K. 1997. Crucial chemical factors of the termiticidal activity of hinoki wood (*Chamaecyparis obtusa*) III. Contribution of  $\alpha$ -terpinyl acetate to the termiticidal activity of hinoki wood. *J Japan Wood Res Soc* 43 (12): 1022-1029.
- Ozcan B, Esen M, Sangun MK, Coleri A, Caliskan M. 2010. Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. *J Environ Biol* 31 (5): 637-641.
- Paduch R, Trytek M, Król SK, Kud J, Frant M, Kandefers-Szerszeń M, Fiedurek J. 2016. Biological activity of terpene compounds produced by biotechnological methods. *Pharm Biol* 54 (6): 1096-1107.
- Oyen LPA, Dung NX. 1999. *Plant Resources Of South-East Asia 19. Essential-Oil Plants*. Prosea Foundation, Bogor.

- Boch R, Shearer DA. 1964. Identification of Nerolic and Geranic Acids in the Nasonoff Pheromone of the Honey Bee. *Entomol Res Inst*. DOI: 10.1038/202320a0.
- Rao VS, Menezes AM, Viana GS. 1990. Effect of myrcene on nociception in mice. *J Pharm Pharmacol* 42: 877-878.
- Rizal M, Djazuli M. 2006. Strategi Pengembangan Minyak Atsiri Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28 (5): 13-14.
- Rizal M, Rusli MS, Mulyadi A. 2009. *Minyak Atsiri Indonesia*. IPB, Bogor.
- Rostiwati T, Kurniaty R, Winarni I. 2009. Prospek pembangunan hutan tanaman kilemo (*Litsea cubeba* L. Persoon) sebagai sumber bahan baku minyak atsiri potensial. Dalam. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia-Biomass Utilization for Alternative Energy and Chemicals* 23 April 2009. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Si L, Chen Y, Han X, Zhang Z, Tian S, Cui Q, Wang Y. 2012. Chemical composition of essential oils of *Litsea cubeba* harvested from its distribution areas in China. *Molecules* 17: 7057-7066.
- Silva MI, Moura BA, Neto MR, Tomé AR, Rocha NF, de Carvalho AM, Macêdo DS, Vasconcelos SM, de Sousa DP, Viana GS, de Sousa FC. 2009. Gastroprotective activity of isopulegol on experimentally induced gastric lesions in mice: investigation of possible mechanisms of action. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 380 (3): 233-245.
- Sun J. 2007. D-Limonene: safety and clinical applications. *Altern Med Rev* 12 (3): 259-264.
- Xuan C, Mai R, Zou J, Zhang H, Zeng X, Zheng R, Wang C. 2014. Analysis of aroma-active compounds in three sweet osmanthus (*Osmanthus fragrans*) cultivars by GC-olfactometry and GC-MS. *J Zhejiang Univ Sci B* 15 (7): 638-648.

# Penentuan lama simpan dan karakterisasi morfologi buah dan biji buah pasat (*Heynea trijuga*)

## Seed storage behavior and morphological characterization fruit and seed of pasat fruits (*Heynea trijuga*)

ELLY KRISTIATI AGUSTIN<sup>✉</sup>, HARY WAWANGNINGRUM, IRVAN FADLI WANDA

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16122, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8311362, ✉email: ely\_kristiati@yahoo.com

Manuskrip diterima: 9 September 2017. Revisi disetujui: 30 Juni 2018.

**Abstrak.** Agustin EK, Wawangningrum H, Wanda IF. 2018. Penentuan lama simpan dan karakterisasi morfologi buah dan biji buah pasat (*Heynea trijuga*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 83-86. *Heynea trijuga* Roxb. ex Sims yang dikenal dengan Buah Pasat merupakan tumbuhan anggota suku Meliaceae. Buah pasat berupa pohon yang berbuah dan berbiji unik. Tumbuhan ini tersebar secara luas di Asia, seperti: India, Indonesia dan Cina Selatan. *H. trijuga* memiliki zat analgesik dan anti inflamasi, yaitu dari daun, kulit kayu, akar dan *pericarp* buahnya. Ekstrak dari bagian-bagian tanamannya juga memiliki antiplasmodial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi buah dan biji serta lama penyimpanan bijinya. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca pembibitan Kebun Raya Bogor. Metode yang digunakan yaitu: karakterisasi buah dan biji, pengujian kadar air, lama penyimpanan dan viabilitas biji. Hasil penelitian menunjukkan buah berbentuk bulat telur, merah, rata-rata panjang: 26,39 mm; diameter: 16,07 mm dan berat: 3,61 g. Biji berbentuk bulat telur; rata-rata panjang: 18,94 mm dan diameter 13,9 mm. Periode penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap daya kecambah biji *H. trijuga*. Daya kecambah paling baik terjadi pada 10 hari penyimpanan pertama, yaitu: 81,32%±5,51 dengan kadar air 55,2%. Biji yang langsung ditanam setelah panen memberikan daya kecambah 94,68 %. Semakin lama penyimpanan daya kecambah cenderung menurun seiring dengan menurunnya kadar air biji.

**Kata kunci:** *Heynea trijuga*, herbal, morfologi, buah, biji, penyimpanan

**Abstract.** Agustin EK, Wawangningrum H, Wanda IF. 2018. Seed storage behavior and morphological characterization fruit and seed of pasat fruits (*Heynea trijuga*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 83-86. *Heynea trijuga* Roxb. ex Sims, known as the Pasat is a plant member of the Meliaceae tribe. Pasat is a tree and has unique fruits and seeds. This plant is widely spread in Asia, such as India, Indonesia, and South China. *H. trijuga* also has an analgesic and anti-inflammatory substance from the leaves, bark, roots and fruit pericarp. Extracts from the parts of the plant also have antiplasmodial. This study aims to determine the morphological characteristics and seed storage behavior of fruits and seeds. This study was conducted in a greenhouse nursery of the Bogor Botanical Gardens. The methods used are characterization of fruits and seeds, moisture content testing, storage and seed viability. The results showed egg-shaped fruit, red, average length: 26.3898 mm; diameter: 16.066 mm and weight: 3,606 g. Seeds oval; Average length: 18.94 mm and a diameter of 13.9 mm. Storage period significant effect on seed *H. trijuga* germination. The best germination occurs in the first 10 days of storage, i.e.: 81.32% ± 5.51 with a water content of 55.2%. In subsequent storage, germination tends to decrease with a decrease in grain water content.

**Keywords:** *Heynea trijuga*, herbs, morphology, fruits, seeds, storage

### PENDAHULUAN

*Heynea trijuga* Rox. ex Sims dikenal dengan nama buah Pasat merupakan anggota suku Meliaceae. Sebelumnya bernama *Trichilia trijuga* Vell. Tumbuhan ini tersebar di Asia, India, Indonesia dan Cina Selatan. Sering ditemui di daerah terbuka di pinggiran hutan sekunder, perbukitan dan pegunungan atau di sepanjang aliran sungai. Cocok tumbuh pada tanah lempung atau yang mengandung pasir pada kisaran pH 200-1.700 m di atas permukaan laut. Buah *H. trijuga* memiliki struktur yang unik pada bentuk buah dan bijinya namun belum banyak dikenal masyarakat secara luas. Bijinya tergolong biji rekalsitran yaitu biji

yang sangat peka terhadap pengeringan dan akan mengalami kemunduran pada kadar air dan suhu yang rendah. Jenis biji ini pada masa panen (masak fisiologi) memiliki kandungan air yang relatif tinggi. Permasalahan benih rekalsitran adalah cepat menurunnya viabilitas benih seiring dengan lamanya penyimpanan. Oleh sebab itu penelitian periode simpan tentunya sangat diperlukan.

*Heynea trijuga* termasuk jenis tumbuhan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi diantaranya aspek etnobotani dan kosmetik. Pada penelitian yang dilakukan Mittal et al. (2017), tanaman ini terbukti memiliki banyak nilai obat, diantaranya kulit dan daunnya yang pahit dan tonik dapat menyembuhkan penyakit kolera dengan cara

direbus kemudian diminum airnya. Sedangkan akarnya digunakan untuk mengobati radang sendi, faringitis, tonsilitis. Biji *H. trijuga* memiliki kandungan minyak sebanyak 37,61 % yang kaya dengan asam lemak tak jenuh. Asam lemak yang terkandung dalam biji yaitu asam palmitat (22,12%), asam stearat (7,51%), asam oleat (25,20%), dan asam linoleat (11,65%). Asam linoleat adalah asam lemak yang paling sering digunakan dalam produk kosmetik karena anti-inflamasi, melembabkan kulit, dan membantu proses penyembuhan *demitas*, *sunburns* (terbakar sinar matahari), dan jerawat. Asam oleat berfungsi untuk peningkatan permeasi kulit. Ketiga jenis asam lemak tersebut sangat diperlukan dalam pembuatan kosmetik. Menurut Prijono (1999) biji *H. trijuga* banyak digunakan sebagai bahan baku pestisida alami. Racun yang dihasilkan sebagai pestisida nabati mampu mengendalikan populasi berbagai hama pada berbagai jenis tumbuhan diantaranya ekstrak biji *H. trijuga* pada konsentrasi 0,25% mampu mematikan larva *C. pavonana*.

Tujuan penelitian ialah untuk mengetahui karakterisasi buah dan biji *H. trijuga* serta viabilitasnya setelah dilakukan penyimpanan dengan jangka waktu tertentu.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca pembibitan Kebun Raya-LIPI, Bogor. Bahan penelitian berupa biji *Heynea trijuga* berasal dari koleksi Kebun Raya Bogor di vak III. I. 102. Metode yang digunakan yaitu karakterisasi fisik, pengujian kadar air, penyimpanan dan viabilitas biji.

### Karakterisasi fisik biji

Pada penelitian ini karakteristik biji diamati secara visual yang meliputi karakter kualitatif (warna dan bentuk) dan kuantitatif seperti ukuran dan bobot. Karakterisasi fisik dilakukan dengan cara mengamati ciri-ciri fisik biji, mengukur panjang, diameter, warna dan bobotnya. Jumlah sampel biji yang diamati karakteristiknya 100 biji.

### Prosedur analisis kadar air

Kadar air merupakan persentase kandungan air suatu bahan, yang dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry base*). Kadar air dinyatakan dalam persen berat dan dihitung dengan rumus (ISTA, 2006): Sampel biji yang sudah bersih diambil sebanyak  $\pm 5$  g dan ditimbang berat basahnya. Kemudian biji-biji tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 18 jam sehingga diperoleh berat tetap.

$$\text{Kadar Air} = \frac{(M2 - M3) \times 100\%}{(M2 - M1)}$$

Dimana: M1: berat wadah dan penutup dalam gram; M2: berat wadah, penutup, dan benih sebelum pengeringan; M3: berat wadah, penutup, dan benih sesudah pengeringan. Pengujian kadar air menggunakan 3 ulangan dan masing-masing setiap ulangan sebanyak 5 g benih.

### Pengujian daya simpan biji

Uji simpan biji yang dilakukan melalui beberapa tahapan pekerjaan. Langkah pertama biji yang sudah dicuci direndam pada larutan Dithane M-45 1% selama 5 menit dengan tujuan mengantisipasi tumbuhnya jamur. Kemudian biji ditiriskan dan dikeringanginkan selama 24 jam pada suhu ruang. Selanjutnya biji dikemas dengan kertas alumunium foil dan dibagi menjadi 4 kemasan dan disimpan pada suhu ruang 29 °C dengan RH 60%. Masing-masing kemasan berisi 75 biji. Lama waktu simpan biji dibagi menjadi empat periode waktu yaitu periode ke-1, 2, 3 dan 4. Setiap periode simpan memerlukan waktu 10 hari. Jumlah total biji yang diperlukan selama 40 hari berjumlah 300 biji. Selain itu disediakan 75 biji (3x25) yang langsung ditanam tanpa perlakuan sebagai kontrol.

### Pengujian viabilitas

Pengujian viabilitas biji dilakukan setiap 10 hari dengan jumlah 25 biji diulang 3 kali sehingga jumlahnya 75 biji. Selain itu sebagai kontrol (tanpa perlakuan) diperlukan biji sebanyak 75 biji. Pengujian viabilitas ini dilakukan dengan cara menanam biji pada pasir steril. Sebagai pembandingan pada percobaan ini dilakukan kontrol yaitu biji kering panen diukur kadar air awal kemudian disemai (Gambar 1). Pengamatan dilakukan setiap 2 hari selama 20 minggu dan dihentikan setelah kecambah terakhir muncul dan tidak terjadi pertambahan kecambah lagi. Perhitungan parameter daya berkecambah biji dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini (Draper et al. 1985).

$$\text{DKT} = \frac{\text{Jumlah kecambah yang tumbuh} \times 100\%}{\text{Jumlah biji yang ditanam}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 2, ditampilkan bentuk buah *H. trijuga*. Berdasarkan pengamatan kualitatif warna kulit buah yang masak fisiologis dari masing-masing kelompok H1, H2, H3 dan H4 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Buah berbentuk bulat lonjong bagian ujung buah agak lancip, berwarna hijau waktu masih muda, merah saat sudah masak, mesokarp berwarna putih, bijinya berwarna coklat muda sampai coklat tua. Terdapat lapisan lilin pada permukaan kulit buahnya sehingga terlihat mengkilap. Kulit buah *H. trijuga* akan mengelupas setelah beberapa hari dipanen. Daging buah yang berwarna putih terlihat kontras dengan kulit buah yang berwarna merah.

Pada pengamatan karakter kuantitatif dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok H1, H2, H3 dan H4. Hasil pengamatan karakter kuantitatif ternyata tidak memberikan perbedaan yang nyata pada ukuran panjang, dan diameter buah. Panjang buah *H. trijuga* rata-rata 26,38 mm dan diameternya rata-rata 16,03 mm. Pada kelompok H3 ditemukan bobot buah yang lebih kecil (3,24 g) dibandingkan dengan lainnya (Tabel 1). Hal ini diduga karena faktor genetik dan lingkungan. Menurut Syukur et al. (2012) bahwa karakter kuantitatif umumnya dikendalikan oleh banyak gen serta dipengaruhi oleh lingkungan.



**Gambar 1.** Semai biji *Heynea trijuga*. A. Umur simpan 10 hari, B. Umur simpan 40 hari



**Gambar 2.** Buah *Heynea trijuga*. A. Utuh, B. Terkelupas

Hal senada juga dinyatakan oleh Almeida dan Vale (2008) bahwa karakter morfologi yang berbeda pada setiap buah disebabkan oleh berbagai faktor misalnya faktor genetik dan lingkungan. Menurut Wahyudi et al. (2008), bentuk dan warna buah matang, serta ukuran buah matang turut ditentukan oleh faktor lingkungan selama proses perkembangan buah.

Pada Tabel 2. disajikan hasil pengamatan kuantitatif biji *H. trijuga*. Ukuran panjang biji rata-rata berkisar antara 18-20 mm, diameter biji 12,99 - 13,11 mm dan bobot biji rata-rata berkisar 1,72-1,83 g. Berdasarkan data pengukuran, ukuran biji terbesar terdapat pada kelompok H4 (20,25 mm) sedangkan ukuran terkecil terjadi pada H3(1,72 mm). Untuk diameter biji perbedaan terjadi pada kelompok H3 (12,99 mm). Sedangkan pada bobot biji satu sama lain tidak berbeda nyata. Menurut Sitompul dan Guritno (1995) perbedaan karakter morfologi dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Tanaman membutuhkan keadaan lingkungan tertentu yaitu keadaan lingkungan yang optimum untuk mengekspresikan program genetiknya secara penuh. Dari hasil pengamatan, perlakuan penyimpanan biji pada 10 hari memberikan persentase daya kecambah cukup tinggi

(81,32%) dibandingkan dengan perlakuan penyimpanan lainnya. Namun pada kontrol (tanpa perlakuan penyimpanan) jumlah persentase viabilitas biji lebih tinggi yaitu 94,68% dengan kadar air 55,38%. Pada lama simpan 20 hari dan seterusnya viabilitas mulai menurun seiring dengan menurunnya kandungan air pada biji (Gambar 3). Hal ini membuktikan bahwa biji *H. trijuga* termasuk jenis biji rekalsitran yang tidak tahan terhadap kekeringan. Menurut Hartman et. al. (2002) kandungan air dan bahan organik dalam biji dapat terjadi perubahan selama masa simpan yang dapat mengakibatkan kerusakan biji sehingga proses perkecambahan akan terhambat. Demikian pula Byrd (1983) menyatakan bahwa daya kecambah biji akan semakin menurun sebanding dengan lamanya waktu penyimpanan. Hal yang senada dinyatakan juga oleh Sadjad (1983) bahwa semakin lama biji disimpan dalam akan cepat kehilangan viabilitasnya. Schmidt (2000) menyatakan bahwa semakin lama benih yang disimpan akan mengalami penurunan fisiologis secara alami atau penuaan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan hilangnya viabilitas. Laju penurunan viabilitas tergantung dari genotip dan kondisi fisiologis benih dan penyimpanannya.

**Tabel 1.** Karakterisasi kuantitatif buah *Heynea trijuga*

Spesimen	Panjang buah (mm)	Diameter buah (mm)	Berat buah (g)
H1	26.28 ± 2.08 a	16.07 ± 0.70 a	3.58 ± 0.40 a
H2	26.50 ± 2.19 a	16.03 ± 0.73 a	3.62 ± 0.48 a
H3	26.04 ± 1.75 a	16.00 ± 0.59 a	3.24 ± 0.40 b
H4	26.70 ± 2.68 a	16.26 ± 1.05 a	3.55 ± 0.67 a

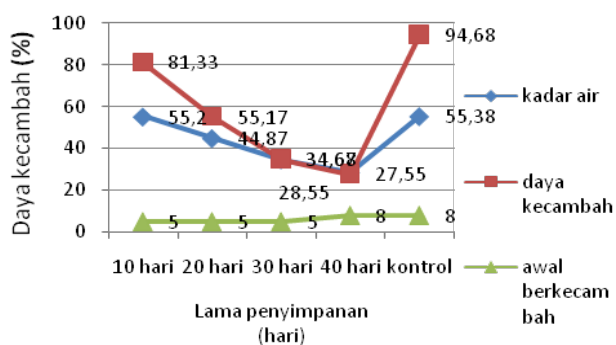
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada  $\alpha = 0.05$  menggunakan program statistik *Statistical Tool for Agricultura Research STAR*) Version ; 2.0.1.

**Tabel 2.** Karakterisasi kuantitatif biji *Heynea trijuga*

Spesimen	Panjang (mm)	Diameter(mm)	Bobot (g)
H1	20,237± 0,959	13,106± 0,0188	1,817±0,065
H2	19,383± 1,267	13,1± 0,711	1,827±0,162
H3	18,753±0,534	12,987±0,477	1,717±0,162
H4	20,517±0,466	13,1±0,7189	1,817±0,061

**Tabel 3.** Data kadar air, lama simpan dan viabilitas biji *H. trijuga*

Lama simpan (hari)	Viabilitas (%)	Kadar air (%)	Awal berkecambah (hari)
10	81.32 ± 5.51	55.20	5
20	64 ± 2.65	44.99	5
30	50.68 ± 2.08	34.68	5
40	24 ± 1.73	28.22	8
Kontrol (tanpa perlakuan)	94.68 ± 1.16	55.38	8



**Gambar 3.** Hubungan antara lama penyimpanan, kadar air dan daya kecambah biji *H. trijuga*

Pada perlakuan simpan 10 sampai 30 hari biji berkecambah lebih cepat yaitu hari ke-5 sedangkan pada penyimpanan hari ke-40 dan kontrol biji berkecambah pada hari ke-8 (Gambar 3). Kecepatan munculnya kecambah biji tergantung tingkat kemasakan fisiologis biji itu sendiri. Hal ini merupakan faktor internal yang sangat berpengaruh terhadap perkecambahan. Biji yang belum masak secara fisiologis umumnya tidak memiliki daya hidup (vigor) dan daya kecambah (viabilitas) yang baik. Solikin (2013) menyatakan bahwa keragaman tingkat kemasakan biji setelah biji tua disebabkan oleh faktor genetik.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan buah *H. trijuga* berwarna merah, berbentuk bulat telur dengan rata-rata panjang 26,39 mm; diameter 16,07 mm dan bobot 3,61 g. Bijinya berbentuk bulat telur, rata-rata panjang 18,94 mm. Daya kecambah paling baik ialah pada 10 hari penyimpanan pertama dengan daya kecambah  $81,32\% \pm 5,51$  dan kadar air

55,2%. Daya kecambah tanpa perlakuan mencapai 94,89%. Pada penyimpanan berikutnya daya kecambah cenderung menurun seiring dengan menurunnya kadar air biji.

### DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, A. F. De, and Valle, R. R., 2008, Ecophysiology of The Cacao Tree, Braz. J. Plant Physiology, 19: 425–448.
- Bryrd HW. 1983. Pedoman teknologi benih. PT Pembimbing Massa, Jakarta.
- Draper SR, Bass LN, Bould A, Gouling P, Hutin MC, Rennie WJ, Steiner AM, dan Tonkin JHB. 1985. Seed Science and Technology 13(2). International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland
- Hartman HT, Kester DE, Davies FT and Geneve RL . 2002. Plant Propagation: Principles and Practices, 7th edition. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- ISTA. 2006. International Rules for Seed Testing: Edition 2006. The International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland
- Kaul, M.L.H. 1979. The life-span of some Indian forest seeds. *Beitrag zur Tropischen Lanwirtschaft und Veternarmedzin* 17, 283-286.
- Mittal AK, Tandon S. 2017. Study of Fatty Acids Profile in Kernel Oil of *Heynea trijuga* Roxb. ex Sims. (syn. *Trichilia comaroides* (Wight & Arn.) Benth.). *Journal of Chemistry* Volume 2017, Article ID 5858720, 3 pages. . <https://doi.org/10.1155/2017/5858720>.
- Prijono D. 1999. Prospek dan strategi pemanfaatan insektisida alami dalam PHT. *dalam: Nugroho BW, Dadang, Prijono D, penyunting. Bahan Pelatihan Pengembangan dan Pemanfaatan Insektisida Alami; Bogor, 9-13 Agustus 1999. Bogor: Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu Institut Pertanian Bogor.* hal 1-7
- Prijono D. 2001. I Sadjad.S.1983. Training Course production to improve seed. Asia-Canada Forest Tree Seed Centre. Bogor-Indonesia 12 p.
- Schmidt L. 2002. Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan. Danida Forest Seed Centre & Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, Jakarta.
- Sitompul, SM., Guritno, B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Solikin. 2013. Pertumbuhan vegetatif dan generatif *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl. Prosiding Seminar Nasional X Pendidikan Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya. Surakarta, 6 Juli 2013. Program Studi Pendidikan Biologi. FKIP UNS Surakarta.
- Wahyudi, T., Panggabean, T.R., dan Pujiyanto, 2008, Panduan Lengkap Kakao: Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir, Penebar Swadaya, Jakarta

# Prevalensi dan kelimpahan *Vorticella* sp. pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah

## Prevalence and abundance of *Vorticella* sp. on mangrove crab (*Scylla serrata*) landed at Sleko Fish Auction Place, Cilacap District, Central Java

ANIS KHOTIMAH, ROKHMANI<sup>✉</sup>, EDY RIWIDHARSO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Jl. Dr. Suparno 63, Purwokerto, Banyumas 53122, Jawa Tengah. Tel.: +62-281-638794, Fax.: +62-281-631700. ✉email: akhotimah.ak@gmail.com, rokhmanitatiek@gmail.com.

Manuskrip diterima: 3 April 2018. Revisi disetujui: 31 Juni 2018.

**Abstrak.** Khotimah A, Rokhmani, Edy Riwidharso. 2018. Prevalensi dan kelimpahan *Vorticella* sp. pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang didaratkan di Tempat Pelelangan Ikan Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 87-91. *Vorticella* sp. adalah ektoparasit yang menyerang organisme perairan, seperti ikan, udang dan kepiting. *Vorticella* sp. menyebabkan penurunan nafsu makan, gangguan gerak, proses molting larva, stres dan bahkan kematian inangnya. Kematian dari *Vorticella* sp. dapat menyebabkan penurunan populasi kepiting bakau di perairan. Salah satu potensi perairan laut di Indonesia adalah wilayah perairan Cilacap. Wilayah perairan Cilacap terdapat ekosistem mangrove Segara Anakan yang merupakan tempat berteduh dan sumber pakan bagi organisme akuatik, termasuk kepiting bakau. Kepiting bakau (*Scylla serrata*) memiliki nilai ekonomi yang tinggi, baik di pasar domestik maupun pasar internasional. Kepiting bakau adalah salah satu komoditas perikanan yang hidup di perairan pantai, terutama di hutan bakau (mangrove). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prevalensi kepiting yang terinfeksi *Vorticella* sp. serta kelimpahan *Vorticella* sp. kepiting bakau mendarat di Sleko TPI. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dengan teknik purposive sampling. Sampel diambil sebanyak 10% dari jumlah kepiting bakau yang didaratkan di TPI Sleko. Hasil penelitian bahwa *Vorticella* sp. ditemukan pada organ karapas, insang, kaki, kaki dan cakar. Prevalensi kepiting bakau sering dikategorikan, dan kelimpahan *Vorticella* sp. termasuk dalam kategori jarang kejadiannya.

**Kata kunci:** Kelimpahan, kepiting bakau, prevalensi, *Vorticella*

**Abstract.** Khotimah A, Rokhmani, Edy Riwidharso. 2018. Prevalence and abundance of *Vorticella* sp. on mangrove crab (*Scylla serrata*) landed at Sleko Fish Auction Place, Cilacap District, Central Java. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4: 87-91. *Vorticella* sp. are ectoparasites that attack aquatic organisms, such as fish, shrimp, and crabs. *Vorticella* sp. causing decreased appetite, movement disorders, larval molting process, stress and even death on the host. Deaths from *Vorticella* sp. can cause the decline of mangrove crab population in water. One of the potential marine waters in Indonesia is Cilacap waters area. Cilacap waters area there are mangrove ecosystems Segara Anakan which is a shelter and source of feed for aquatic organisms, including mangrove crabs. Mud crab (*Scylla serrata*) has high economic value, both in domestic market and international market. Mangrove crab is one of fishery commodities that live in coastal waters, especially in mangrove forests (mangroves). This study aims to determine the prevalence of crabs infected with *Vorticella* sp. as well as the abundance of *Vorticella* sp. on mangrove crabs, landed on the Sleko Fish Auction Place (TPI). The research method used is a survey method with purposive sampling technique. Samples were taken as much as 10% of the number of mangrove crabs that are landing on the TPI Sleko. Results of research conducted on carapace, gill, foot, foot, and claws. The prevalence of mangrove crabs is categorized frequently, while the abundance of *Vorticella* sp. including in very rare categories.

**Keywords:** Abundance, mangrove crab, prevalence, *Vorticella*

## PENDAHULUAN

Parasit adalah organisme yang hidup pada tubuh organisme lain dan umumnya menimbulkan efek negatif pada inangnya (Kabata, 1985). Menurut Anshary (2016), bahwa parasit dikelompokkan menjadi dua yaitu ektoparasit dan endoparasit. Ektoparasit adalah parasit yang hidup pada permukaan luar tubuh inang, atau yang mempunyai hubungan dengan dunia luar, sedangkan endoparasit adalah

parasit yang hidup pada organ dalam tubuh inang. *Vorticella* sp. merupakan salah satu ektoparasit yang menyerang ikan dan beberapa jenis crustacea, termasuk udang dan kepiting. Ektoparasit ini menyerang bagian kerapaks, kaki renang, dan insang pada inangnya (Idrus 2014). *Vorticella* sp. mampu menyebabkan inang kehilangan nafsu makan, gangguan pergerakan, proses molting larva, stress bahkan kematian. Salah satu perairan laut yang potensial di Indonesia adalah wilayah perairan Cilacap (Dinas Perikanan dan Kelautan Cilacap 2012).

Wilayah perairan Cilacap terdapat ekosistem mangrove Segara Anakan yang merupakan tempat berlindung dan sumber pakan bagi organisme perairan, diantaranya kepiting bakau (Suryono et al. 2016). Perairan Cilacap diketahui sebagai perairan yang tercemar limbah. Pencemaran ini berasal dari pemukiman, industri semen dan minyak bumi (Sasongko et. al. 2014). Pencemaran ini, mampu menurunkan kualitas air, yang menyebabkan interaksi tidak seimbang antara lingkungan, inang dan patogen (Tumisem dan Endar 2011). Penyakit (patogen) dapat berupa parasit yang menyerang pada ikan, udang dan kepiting (Tumbol et al. 2011).

Kepiting bakau merupakan salah satu komoditas perikanan yang hidup di perairan pantai khususnya di hutan bakau (mangrove). Kepiting bakau mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, baik di pasar domestik maupun pasar internasional (Irvansyah et al. 2012). Nilai ekspor kepiting pada tahun 2009 adalah sebesar 18.673 ton dan meningkat menjadi 21.537 ton pada tahun 2010 (Ditjen P2HP KKP 2011 dalam Sentosa dan Amran 2012). Kepiting bakau saat ini telah menjadi produk unggulan dari dua belas produk perikanan (Kementerian Kelautan dan Perikanan Menurut Biro Pusat Statistik (BPS) (2004) dalam BAPPENAS (2005).

Kepiting bakau hasil tangkapan yang diambil dari mangrove Segara Anakan dan sekitarnya, didaratkan di TPI Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sleko berada didaerah sekitar Pelabuhan Perikanan Sleko, yang merupakan salah satu tempat untuk mendaratkan hasil perikanan yang diperjualbelikan, seperti ikan, udang dan kepiting. Hasil penangkapan ini diperjualbelikan di TPI Sleko.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk (i) Mengetahui prevalensi kepiting bakau yang terinfeksi *Vorticella* sp. yang didaratkan di TPI Sleko, Kabupaten Cilacap, (ii) Mengetahui kelimpahan parasit *Vorticella* sp. yang menginfeksi kepiting bakau yang didaratkan di TPI Sleko, Kabupaten Cilacap, (iii) Mengetahui organ tubuh mana pada kepiting bakau yang paling banyak terserang *Vorticella* sp.

## BAHAN DAN METODE

### Materi penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gunting, pinset, pipet, *object glass*, penggaris, *beaker glass*, cawan petri, ember, kamera, pisau bedah, *box styroform* ukuran 25x 20 x 30 cm<sup>3</sup>, baki dan mikroskop.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kepiting bakau hidup stadia dewasa, alkohol 70%, NaCl 0,9 %, akuades dan tissue.

### Lokasi dan waktu penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa nelayan kepiting yang mendaratkan di tempat pelelangan ikan (TPI) Sleko, Kabupaten Cilacap. Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan di Laboratorium Parasitologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas.

### Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei, dengan teknik *purposive sampling*. Sampel kepiting bakau jenis *Scylla serrata* diambil dari TPI Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Jumlah kepiting bakau yang diambil sampelnya sebanyak 10% dari jumlah kepiting yang didaratkan di TPI Sleko. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak empat kali ulangan dengan interval waktu 1 minggu.

### Variabel dan parameter

Variabel yang diamati adalah prevalensi dan kelimpahan. Parameter jumlah kepiting yang terinfeksi *Vorticella* sp., dan jumlah *Vorticella* sp. yang ditemukan.

### Cara kerja

#### *Pengambilan sampel kepiting bakau*

Sampel kepiting bakau jenis *Scylla serrata* yang keadaan hidup diambil dari beberapa nelayan yang didaratkan di TPI Sleko. Sampel kepiting bakau yang diambil, dimasukan kedalam *box styroform* ukuran 25x 20 x 30 cm<sup>3</sup> yang telah diberi sedikit air. Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Parasitologi dan Entomologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman untuk dilakukan pemeriksaan parasit.

#### *Identifikasi kepiting bakau*

Kepiting bakau diambil menggunakan pinset. Selanjutnya kepiting bakau diidentifikasi dengan mengamati bentuk, morfologi, dan warna kepiting bakau. Hasil identifikasi dibandingkan dengan buku kunci identifikasi Keenan et. al. (1998).

### Pemeriksaan parasit pada kepiting bakau

Kepiting bakau yang telah disiapkan, diimobilisasi terlebih dahulu dengan merendam kepiting menggunakan air es yang diletakan di dalam ember (Wijayanti et. al. (2011). Bagian-bagian seperti karapaks, kaki renang dan kaki jalan dibuat preparat kerok, dengan cara mengkerok organ menggunakan pisau bedah, lalu diletakan di atas *object glass*. Bagian insang menggunakan preparat rentang, dengan cara direntangkan insang di atas *object glass*. Selanjutnya insang yang telah direntangkan ditetesi sedikit NaCl 0,9% menggunakan pipet tetes, untuk dilakukan pengamatan.

### Pengamatan dan perhitungan ektoparasit *Vorticella* sp.

Preparat yang telah dibuat, diamati ektoparasitnya. Selanjutnya ektoparasit yang ditemukan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Kabata (1985). Hasil pengamatan berupa *Vorticella* sp. yang menyerang kepiting bakau dihitung berdasarkan luas pandang mikroskop pada perbesaran 4 x 10 kali. Data yang diperoleh kemudian dicatat, dihitung jumlah individu parasit yang ditemukan dan dimasukkan kedalam tabel tabulasi yang telah dibuat, kemudian didokumentasikan.

### Analisis data

Perhitungan prevalensi kepiting bakau yang terinfeksi menggunakan rumus (Hadiroseyani et al. 2006), sebagai berikut:

$$\text{Prevalensi} : \frac{\text{Jumlah keping bakau yang terinfeksi}}{\text{Keping bakau yang diamati}} \times 100 \%$$

Selanjutnya untuk mengetahui tingkat prevalensinya kemudian dikelompokkan berdasarkan kategori menurut (Williams and Williams 1996), sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan} : \frac{\text{Jumlah individu parasit yang ditemukan}}{\text{Jumlah keping bakau yang diamati}}$$

Sedangkan perhitungan kelimpahan *Vorticella* sp. menggunakan rumus (Latama 2006) (Tabel 1).

Data hasil kelimpahan di analisis menggunakan annova dengan ketelitian 5% dan dilanjutkan dengan uji BNJ untuk membandingkan kelimpahan parasit pada bagian organ tubuh keping bakau. Selanjutnya dibandingkan dengan katagori kelimpahan menurut (Martin and Stuart 2000).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 40 ekor keping bakau yang diamati, terdapat 11 ekor keping yang terinfeksi parasit *Vorticella* sp. Parasit ini ditemukan melekat pada permukaan karapaks, insang, capit, kaki jalan, dan kaki renang. *Vorticella* sp. pada pengamatan ini memiliki zoid berbentuk lonceng terbalik yang bersillia dan tongkat pipih yang berjangkar untuk menembus substrak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Irvansyah et al. (2012) bahwa *Vorticella* sp. memiliki ukuran tubuh 80-90 µm dengan zoid berbentuk lonceng, serta memiliki tangkai pipih dan silindris dengan cakram yang melekat pada substrat.

Prevalensi serangan *Vorticella* sp pada keping bakau dapat diketahui dengan menghitung jumlah keping yang terinfeksi dibagi jumlah keping bakau yang diamati. Data hasil perhitungan prevalensi dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil perhitungan didapatkan, prevalensi total sebesar 27,5%, menurut William and William (1996) termasuk dalam kategori sering. Nilai prevalensi ini menunjukkan keping bakau banyak terserang *Vorticella* sp. Hal ini dimungkinkan karena perkembangbiakan ektoparasit yang cepat, serta kondisi lingkungan yang mendukung. Nugroho et. al. (2013) menambahkan *Vorticella* sp. membelah setiap 6 jam, sehingga *Vorticella* sp. banyak ditemukan menempel pada keping bakau.

Berdasarkan hasil penelitian, prevalensi keping bakau yang terserang *Vorticella* sp yang didaratkan di TPI Sleko lebih tinggi dari pada pravalensi keping bakau yang dibudidayakan di tambak. Hasil penelitian Irvansyah (2012) dan Setiyaningsih et. al. (2014) keping bakau yang dibudidayakan didapatkan prevalensi sebesar 10%, sedangkan hasil penelitian Yulanda et al. (2017) keping bakau yang dibudidayakan didapatkan prevalensi sebesar 20%. Sampel keping bakau yang didaratkan di TPI Sleko, berdasarkan keterangan nelayan diperoleh dari perairan Cilacap. Di sekitar perairan Cilacap terdapat industri semen dan minyak bumi yang menyebabkan kualitas air dan kadar oksigen menurun, serta kandungan bahan organik

meningkat. Peningkatan kadar oksigen diperairan mendukung perkembangbiakan *Vorticella* sp. menurut Nicolau et al. (2005) menyatakan bahwa perairan bersubstrat dengan kandungan bahan organik tinggi sangat mendukung bagi kehidupan *Vorticella* sp.

Kondisi kualitas air yang menurun juga dapat memberikan dampak buruk bagi keping bakau, sehingga menyebabkan nafsu makan dan daya tahan tubuh menurun, sehingga inang menjadi rentan dan mudah terinfeksi. Sasongko et al., (2014) menyatakan bahwa disekitar perairan Cilacap banyak terdapat pemukiman, industri semen dan minyak bumi yang mengakibatkan interaksi tidak seimbang antara lingkungan, inang dan pathogen. Akibat ketidakseimbangan lingkungan, inang menjadi rentan dan mudah terinfeksi. Hal ini didukung oleh pendapat Hermawati et al. (2016) yang menyatakan pencemaran lingkungan, mampu membuat respon imun cenderung mengalami penurunan, sehingga keping bakau rentan terhadap infeksi parasit.

**Tabel 1.** Kategori prevalensi infestasi ektoparasit (Williams and Williams 1996)

No.	Nilai	Kategori
1.	100-99	Selalu
2.	98-90	Hampir selalu
3.	89-70	Sedang
4.	69-50	Sangat sering
5.	49-30	Umumnya
6.	29-10	Sering
7.	9-1	Kadang-kadang
8.	< 1-0,1	Jarang
9.	<0,1-0.01	Sangat jarang
10.	<0,01	Hampir tidak pernah

**Tabel 2.** Kategori kelimpahan ektoparasit (Martin dan Stuart 2000)

Nilai	Kategori
< 0,1	Hampir tidak pernah
0,1-2,0	Sangat Jarang
2,1-10,0	Jarang
10,1-40,0	Tinggi
> 40,0	Melimpah

**Tabel 3.** Prevalensi keping bakau yang terinfeksi *Vorticella* sp yang didaratkan di TPI Sleko, Cilacap, Jawa Tengah

Minggu ke	Keping yang terinfeksi (ekor)	Jumlah sampel	Prevalensi (%)
1.	0	10	0
2.	1	10	2,5
3.	7	10	17,5
4.	3	10	7,5
Jumlah	11	40	27,5

**Tabel 4.** Perhitungan kelimpahan *Vorticella* sp. pada Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang didaratkan di TPI Sleko, Cilacap, Jawa Tengah

Sampling ke	Jumlah kepiting terinfeksi	Jumlah sampel	Jumlah <i>Vorticella</i>	Kelimpahan
1	0	10	0	
2	1	10	6	
3	7	10	15	
4	3	10	10	
Jumlah	11	40	31	0,775

**Tabel 5.** Jumlah ectoparasit *Vorticella* sp. pada organ Kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang didaratkan di TPI Sleko, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah

Organ	Sampel ke 1	Sampel ke 2	Sampel ke 3	Sampel ke 4	Rerata
Karapak	-	-	-	2	0,5
Insang	-	6	3	2	2,75
Kaki renang	-	-	4	-	1
Kaki jalan	-	-	4	5	2,25
Capit	-	-	4	1	1,25
Total	-	6	15	10	

Infeksi parasit mengakibatkan terganggunya proses molting, respirasi bahkan kematian inang. Menurut Subaidah dan Pramudjo (2008) ketika permukaan tubuh, alat gerak, atau insang banyak terdapat *Vorticella* sp, maka inang akan kesulitan dalam melakukan pergerakan, mensuplai makanan, *moulting*, dan respirasi bahkan kematian. Kematian kepiting bakau dipengaruhi besarnya kelimpahan *Vorticella* sp. Semakin berlimpah parasit pada inang semakin cepat terjadinya kematian. Perhitungan kelimpahan *Vorticella* sp pada kepiting bakau disajikan pada Tabel 4.

Nilai kelimpahan *Vorticella* sp. dari pengamatan 40 ekor kepiting bakau sebesar 0,775 ind/ekor termasuk dalam kategori sangat jarang (Tabel 2) (Martin and Stuart 2000). Kategori tersebut menunjukkan kelimpahan *Vorticella* sp sangat jarang atau sedikit sekali ditemukan pada kepiting bakau. Hal ini dimungkinkan karena tubuh kepiting mengandung kitin. Menurut Irvansyah et al. (2012) menyatakan kepiting memiliki jaringan pelindung sehingga parasit sulit dalam menginfeksi.

Pengamatan jumlah *Vorticella* sp pada kepiting bakau dilakukan pada organ karapaks, capit, kaki jalan, kaki dayung dan insang. Hasil pengamat pada setiap organ per sampling, disajikan dalam Tabel 5.

Data jumlah ectoparasit *Vorticella* sp. pada tiap organ menunjukkan nilai rata-rata tertinggi berada pada insang sebesar 2,75. Hasil penelitian Irvansyah et al. (2012) dan Yulanda et al. (2017) yang dilakukan di tambak juga melaporkan bahwa kelimpahan *Vorticella* sp. tertinggi ditemukan di bagian insang. Insang tersusun oleh pembuluh-pembuluh darah yang mengandung oksigen, sehingga organism bisa terikat bareng bersama aliran

oksigen ke insang sertapelindung insang berupa jaringan epitel selapis tipis sehingga mudah untuk diserang parasit (Irvansyah et al. 2012).

Pengujian data lebih lanjut dilakukan menggunakan analisis variansi untuk mengetahui perbedaan kelimpahan *Vorticella* sp. pada tiap organ. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penyerangan *Vorticella* sp. sama atau merata ke setiap organ tubuh kepiting bakau (ditunjukkan dengan nilai yang tidak signifikan ( $p > 0,05$ )). Penyebaran *Vorticella* sp. yang merata ke seluruh organ tubuh kepiting bakau ini diduga karena habitat kepiting bakau di perairan bebas memiliki area yang lebih luas dan arus air yang deras dibandingkan di area pertambakan, serta kelimpahan *Vorticella* sp. yang rendah menyebabkan *Vorticella* sp. hanya ditemukan pada bagian tertentu organ kepiting bakau.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (i) Prevalensi total kepiting bakau yang terinfeksi di TPI Sleko sebesar 27,5%, termasuk dalam kategori sering. (ii) Kelimpahan total *Vorticella* pada kepiting bakau yang didaratkan di TPI Sleko sebesar 0,775 ind/ekor, termasuk dalam kategori sangat jarang. (iii) Penyerangan *Vorticella* sp. di setiap organnya sama atau merata diseluruh tubuh.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang *Vorticella* sp. pada kepiting bakau yang terdapat di alam bebas dengan kepiting bakau yang dibudidayakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anshary H. 2016. Parasitologi pada Ikan. Deepublish, Yogyakarta
- Bappenas [Badan Perencanaan Pembangunan Nasional]. 2005. Perspektif Strategi Pembangunan Perikanan Indonesia 2005-2010. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Jakarta.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Cilacap. 2012. Statistik Perikanan Kabupaten Cilacap. Dinas Perikanan dan Kelautan, Cilacap.
- Hadiroseyani Y, Hariyadi P, Nuryati S. 2006. Inventaris parasit lele dumbo *Clarias* sp. di Daerah Bogor. Jurnal Akuakultur Indonesia 5 (2): 267-277.
- Hermawati, A, Waskita, S, Rani, E. 2016. Profil hemosit dan aktivitas fagositosis kepiting bakau (*Scylla* sp.) yang terangsang ectoparasit mangrove Kuta Selatan, Bali. J Mar Aquat Sci 2: 34-39.
- Idrus. 2014. Prevalensi dan Intesitas Ektoparasit pada Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Hasil Tangkapan di Pesisir Kenjeran Surabaya. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Surabaya
- Irvansyah MY, Abdulgani N, Mahasri G. 2012. Identifikasi dan intensitas ectoparasit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) stadia kepiting muda di pertambakan kepiting, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Jurnal Sains dan Seni ITS 1 (1): 5-9.
- Kabata Z. 1985. Parasites and Disease of Fish Cultured in the Tropics. Taylor and Francis, London.
- Latama G. 2006. Parasit Metazoa pada Ikan Tenggiri, *Scomberomorus commerson* (Lacepede, 1800), di Perairan Sekitar Sulawesi. [Thesis]. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Martin J, Stuart M.. 2000. Teknik-Teknik Lapangan Survei Burung. Bogor. Birdlife Indonesia Programme, Bogor.
- Nicolau A, Martins M.J, Mota M, Lima N. 2005. Effect of copper in the protistan community of activated sludge. Chemosphere 58: 605-614.
- Nugroho, T., Widawati, B & Ulfi, F. 2013. Pola pertumbuhan populasi *Vorticella globosa* pada media kultur air rendaman alang-alang, bekatul dan gedelbok pisang dengan berbagai konsentrasi. Lentera Bio 2 (2): 155-160.
- Sasongko BE, Widyastuti E, Priyono ER. 2014. Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. Jurnal Ilmu Lingkungan 12 (2): 72-82.

- Sentosa A, Amran R. 2012. Pertumbuhan dan mortalitas kepiting bakau, *Scylla tranquebarica Fabricius*, 1798 di perairan Pantai Mayangan, Kabupaten Subang, Jawa Barat. Seminar Nasional Tahunan IX Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, Jakarta.
- Setiyaningsih L, Sarjito, Haditomo AHC. 2014. Identifikasi ektoparasit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) yang dibudidayakan di tambak pesisir Pematang. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 3 (3):8-16
- Subaidah S, Pramudjo S. 2008. *Pembenihan Udang Vaname*. Balai Budidaya Air Payau Situbondo.
- Suryono CA, Irwani, Rochaddi B. 2016. Pertambahan biomasa kepiting bakau (*Scylla serrata*) pada daerah mangrove dan tidak bermangrove. *Jurnal Kelautan Tropis* 19 (1): 76-80.
- Tumbol RA, Sammy NL, Tauvan AK. 2011. Identifikasi, tingkat insidensi, indeks dominasi dan tingkat kesukaan parasit pada sidat (*Anguilla marmorata*). *Biota* 16 (1): 114-127.
- Tumise, Endar P. 2011. Analisis kadar dan cara muda mengenali udang yang terakumulasi logam: Studi kasus tentang udang di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Manusia dan Lingkungan* 18 (2): 114-126.
- Wijayanti I, Tapotubun EJ, Agus Salim M, Nuer'aenah N, Litaay C, Putri RMS, Kaya AOW, Suwandi R. 2011. Pengaruh temperatur terhadap kondisi anestesi pada bawal tawar *Colossoma macropomum* dan lobster tawar *Cherax quadricarinatus*. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Pulau-Pulau Kecil* 2011, Jakarta
- Williams EH, Williams LB. 1996. *Parasites Offshore Big Game Fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic*. University Puerto Rico, Mayaguez
- Yulanda TE, Irma D, Dwinna A. 2017. Intensitas dan prevalensi ektoparasit pada kepiting bakau (*Scylla serrata*) di Desa Lubuk Damar, Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 2 (1): 80-88.

# Tumbuhan asing invasif di areal Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Kota Sorong, Papua Barat

## Invasive alien plants of Sorong City Protected Forest Management Unit (PFMU), West Papua

SARAH YULIANA<sup>1,\*</sup>, KRISMA LEKITOO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari, Jl. Inamberi Pasir Putih Susweni, Manokwari 98312, Papua Barat, Indonesia Tel./Fax +62-986-213441, \*email: sarahkeiluhu@gmail.com

Manuskrip diterima: 2 April 2018. Revisi disetujui: 31 Juni 2018.

**Abstrak.** Yuliana S, Lekitoo K. 2018. Tumbuhan asing invasif di areal Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung (KPHL) Kota Sorong, Papua Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 92-96. Salah satu ancaman serius terhadap kawasan hutan adalah adanya invasi tumbuhan asing yang seringkali mempengaruhi kondisi keanekaragaman hayati, serta proses dan fungsi alami. Pengelolaan hutan dalam bentuk Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) khususnya KPH Lindung perlu pula mempertimbangkan invasi tumbuhan asing tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis tumbuhan asing invasif yang menyebar di kawasan KPHL Kota Sorong Papua Barat. Survei lapangan dengan metode penjelajahan diikuti dengan observasi dan identifikasi jenis dilaksanakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan dan menyusun daftar jenis asing invasif yang dijumpai. Hasil penelitian menunjukkan adanya 23 jenis tumbuhan asing dari 12 famili, yang berpotensi invasif serta menyebar di tepi-tepi kawasan dan jalan-jalan dalam KPHL Kota Sorong. Jenis-jenis tumbuhan asing invasif tersebut terdiri dari beragam kelompok habitus seperti semak, rumput, teki, perdu, liana, dan pohon. Dari jenis-jenis yang dijumpai, terdapat sedikitnya 5 jenis tumbuhan yang perlu diwaspadai, yaitu *Spathodea campanulata* P.Beauv., *Merremia peltata* (L.) Merrill, *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob., *Lantana cammara* L., dan *Mikania micrantha* H.B.K. Jenis-jenis tersebut telah diketahui sebagai jenis asing invasif (*Invasive Alien Species* - IAS) yang sangat berpotensi merusak jenis-jenis asli dan keanekaragaman hayati, menyebabkan degradasi ekosistem dan hilangnya habitat pada tingkat nasional, maupun global.

**Kata kunci:** Tumbuhan asing invasif, KPHL Kota Sorong

**Abstrak.** Yuliana S, Lekitoo K. 2018. *Invasive alien plants of Sorong City Protected Forest Management Unit (PFMU), West Papua. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 4*: 92-96. The spread of invasive alien species become serious threat to forest area, due to its effects on degradation to biodiversity, natural processes and forest function. Forest management in the form of Forest Management Unit (FMU), specifically in Protected FMU (PFMU) should also consider the invasion of alien species. This research aim was to identify invasive alien plants encountered on the area of Sorong City PFMU, West Papua. Field surveys with exploration method were taken, followed by observation and identification in order to list and identify invasive alien plants in this research. The results showed 23 species of invasive alien plants from 12 families which already spread in the boundaries and roads within the area of Sorong City PFMU. Invasive alien plant species encountered from various form of habitus, which were shrubs, grasses, sedges, bushes, lianas, and trees. Among these species, there were 5 species need more attention, which were *Spathodea campanulata* P.Beauv., *Merremia peltata* (L.) Merrill, *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob., *Lantana cammara* L., and *Mikania micrantha* H.B.K. These species have been listed nationally and globally as Invasive Alien Species (IAS) which potentially bring detrimental impacts on natural species and biodiversity, ecosystem degradation and habitat loss in many places.

**Keywords:** Invasive alien plants, Sorong City PFMU

## PENDAHULUAN

Kawasan-kawasan lindung di seluruh dunia merupakan kawasan yang sangat rentan terhadap gangguan dan ancaman, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar kawasan. Ancaman tersebut dapat mempengaruhi secara langsung kualitas keanekaragaman hayati sekaligus potensi lainnya yang mampu disediakan kawasan tersebut bagi manusia yang memanfaatkannya. Salah satu ancaman terhadap kawasan alami yang berasal dari luar kawasan adalah keberadaan jenis-jenis invasif, terutama jenis asing invasif. Spesies Asing Invasif (*Invasive Alien Species* -

IAS) dapat didefinisikan sebagai jenis-jenis tumbuhan yang dapat tumbuh secara cepat pada suatu daerah dan memberikan dampak atau pengaruh merugikan secara ekologis maupun ekonomis (Wittenberg dan Cock 2001; Zimdahl 2007). Keberadaan jenis-jenis ini telah diketahui memberi dampak yang cukup besar pada suatu ekosistem alami. Secara langsung jenis-jenis ini mengancam keberadaan jenis-jenis alami dan ekosistemnya, sekaligus menyebabkan penurunan kualitas dan fungsi kawasan, juga hilangnya habitat dan berkurangnya nilai keindahan terutama pada kawasan wisata (ISSG 2018). Beberapa ciri utama jenis-jenis invasif ini meliputi kemampuan untuk

tumbuh dan bereproduksi secara cepat, seringkali mampu untuk bereproduksi secara vegetative dan tersebar secara luas, memiliki toleransi yang luas terhadap beragam kondisi lingkungan, serta umumnya berhubungan dengan aktifitas manusia.

Beberapa contoh invasi tumbuhan asing yang telah dicatat di Indonesia terjadi di beragam ekosistem alami. Contoh-contoh invasi tersebut tampak pada kasus *Acacia nilotica* di Taman Nasional (TN) Baluran, Jawa Timur (Siregar dan Tjitrosoedirdjo 1999), *Acacia decurrens* di TN Gunung Merapi (Gunawan et al. 2015), invasi *Chromolaena odorata* di wilayah Pangandaran dan Taman Nasional (TN) Ujung Kulon, Jawa Barat (Tjitrosoemito 1999) serta invasi *Merremia peltata* di TN Bukit Barisan Selatan yang didokumentasikan oleh Yansen et al. (2015). Di lokasi-lokasi tersebut, invasi tumbuhan asing telah menunjukkan dampak yang sangat besar pada kawasan, baik terhadap kondisi ekologisnya maupun pengaruh ekonomisnya. Sedangkan untuk wilayah Papua, informasi menyangkut jenis-jenis invasif tercatat masih terbatas.

Salah satu kawasan hutan lindung yang juga berperan penting secara ekonomis di Papua adalah Kesatuan Pemangkuan Hutan Lindung (KPHL) Model Remu Kota Sorong (KPHL Kota Sorong) (Sirikit AD 2015, komunikasi pribadi, data tidak diterbitkan). KPHL Kota Sorong secara administratif berada di Kota Sorong, Papua Barat, terletak antara 0°46'38" – 0°56'04" Lintang Selatan (LS) dan 131°11'05"–131°24'01" Bujur Timur (BT) dengan luas mencapai ± 11.864 ha. Awalnya Unit kelola hutan di Kota Sorong ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: SK.995/Menhut-II/2013 tentang Penetapan Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Remu (Bagian Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi Unit II) yang terletak di Kota Sorong Provinsi Papua Barat seluas 12.775 Ha, sebagai KPHL Model Remu Kota Sorong. Selanjutnya, luas wilayah kerja KPHL Model Remu Kota Sorong berkurang setelah terbitnya Keputusan Menteri Kehutanan Nomor : SK.710/Menhut-II/2014 tanggal 27 Agustus 2014 menjadi 11.864 Ha, yang terdiri dari hutan lindung (HL) seluas 6.581 Ha dan hutan produksi terbatas (HPT) seluas 5.283 ha. Kawasan ini terletak berbatasan langsung dengan kota Sorong, Provinsi Papua Barat. Batas-batas kawasan yang berupa jalan, pemukiman penduduk beserta daerah perkebunannya membuat KPHL Kota Sorong sangat rentan terhadap pengaruh aktifitas manusia. Adanya jalan lingkar yang dibangun di dalam kawasan juga membuat kawasan ini memiliki akses masuk yang sangat besar. Pengaruh aktifitas manusia yang begitu besar menandakan adanya peluang terjadinya penyebaran tumbuhan-tumbuhan asing yang berpotensi menginvasi kawasan sekaligus merubah fungsi dan keindahan kawasan, terutama dimulai dari bagian tepinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis tumbuhan asing invasif yang menyebar di daerah tepi kawasan dan di jalan lingkar dalam kawasan KPHL Kota Sorong menjadi sangat diperlukan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4 s.d. 13 Mei 2017, di KPHL Kota Sorong. Identifikasi dilakukan dengan pengenalan jenis secara langsung di lapangan dan pengambilan contoh specimen tumbuhan asing invasif yang dilakukan dengan metode jelajah (Rugayah et al. 2004). Penjelajahan dilakukan di sepanjang tepi kawasan KPHL Kota Sorong, terutama yang berada di tepi Blok Lindung, dan di sepanjang jalan lingkar Kota Sorong yang berada di dalam kawasan KPHL (Gambar 1). Setiap jenis tumbuhan asing invasif yang dijumpai diambil contoh sampelnya, dicatat ciri-ciri morfologisnya dan selanjutnya didokumentasikan untuk mempermudah identifikasi. Identifikasi jenis-jenis invasif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan tenaga pengenalan jenis, didukung dengan informasi dari beberapa buku acuan dari Soerjani et al. (1987), Lowe et al. (2000), Weber (2003), Sankaran & Suresh (2013), Witt (2017), serta database *Invasive Species* dari lembaran data (*factsheet*) pada website IUCN/Invasive Species Specialist Group (2018).

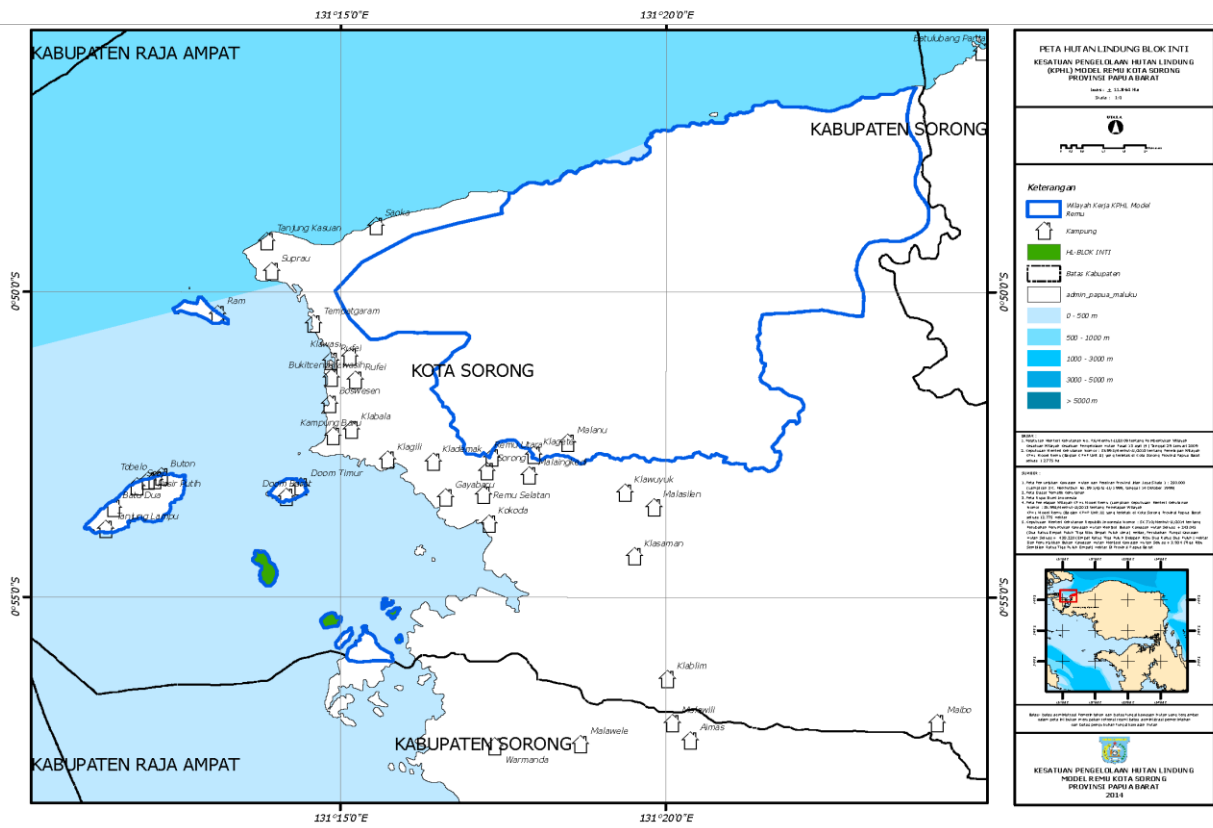
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

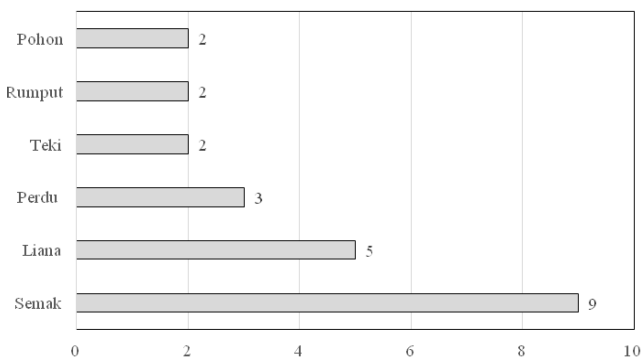
Kawasan KPHL Kota Sorong sebagai kawasan hutan yang langsung berbatasan dengan wilayah Kota Sorong telah mengalami invasi pada bagian tepi dan di sepanjang jalur jalan lingkar kota yang berada di dalam kawasan. Invasi pada daerah ini diakibatkan oleh 23 jenis tumbuhan invasif dari berbagai habitus, mulai dari semak, teki, rumput, perdu, liana, sampai dengan pohon (Tabel 1).

**Tabel 1.** Daftar jenis tumbuhan asing invasif di KPHL Kota Sorong

Jenis tumbuhan invasif	Famili	Habitus
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	Semak
<i>Bidens pilosa</i> L.	Asteraceae	Semak
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Fabaceae	Liana
<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob	Fabaceae	Liana
<i>Crotalaria juncea</i> L.	Fabaceae	Semak
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Teki
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	Semak
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp	Fabaceae	Perdu
<i>Hyptis capitata</i> (Jacq.)	Lamiaceae	Semak
<i>Imperata cylindrical</i> Raeusch.	Poaceae	Rumput
<i>Ischaemum timoriense</i> Kunth	Poaceae	Rumput
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Semak
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Fabaceae	Perdu
<i>Melaleuca leucadendron</i> (L.)	Myrtaceae	Pohon
<i>Merremia peltata</i> (L.) Merrill	Convulvulaceae	Liana
<i>Mikania micrantha</i> Kunth.	Asteraceae	Liana
<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	Liana
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Perdu
<i>Scirpus grossus</i> L.	Cyperaceae	Teki
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae	Semak
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	Semak
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae	Pohon
<i>Stachytarpetta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Verbenaceae	Semak



Gambar 1. Kawasan KPHL Kota Sorong, Papua Barat



Gambar 2. Komposisi habitus tumbuhan asing invasif di KPHL Kota Sorong, Papua Barat

Jenis-jenis invasif tersebut berasal dari 12 famili, dengan famili Fabaceae memiliki anggota terbanyak, yaitu 7 jenis. Selanjutnya diikuti oleh famili Asteraceae (3 jenis), Cyperaceae, Poaceae, dan Verbenaceae (masing-masing 2 jenis), serta masing-masing 1 jenis pada famili Euphorbiaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Convulvaceae, Piperaceae, Malvaceae, dan Bignoniaceae. Sedangkan dari segi tipe habitus, jenis-jenis tumbuhan invasif yang berbentuk semak merupakan kelompok yang paling banyak dijumpai, diikuti oleh liana dan perdu (Gambar 2).

**Pembahasan**

Tipe habitus tumbuhan invasif di tepi kawasan TWA Gunung Meja yang beragam juga tidak jauh berbeda dengan kondisi yang dijumpai di Taman Nasional (TN) Tanjung Puting, Kalimantan Tengah (Sunaryo dan Girmansyah 2015) dan TN Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat (Sunaryo et al. 2012). Pada dasarnya, tumbuhan invasif diketahui dapat muncul dalam bentuk habitus atau forma yang sangat beragam, mulai dari bentuk pohon, semak, liana, tumbuhan pemanjat atau merambat, rerumputan, herba dan jenis-jenis tumbuhan sukulen, termasuk tumbuhan yang memiliki umbi-umbian, rhizoma, sampai dengan tumbuhan air (Sindel 2000; Zimdahl 2007). Setiap bentuk habitus tersebut akan dapat memberi akibat yang sangat berbeda pada ekosistem alami dan spesies flora dan fauna di dalamnya. Sebagai contoh, tumbuhan invasif yang berbentuk semak dapat membentuk rumpun yang rapat dan padat saat berhasil menginvasi dan menguasai suatu daerah. Semak-semak ini kemudian pada akhirnya secara langsung akan mencegah dan menghambat pertumbuhan bibit dan semai jenis-jenis tumbuhan asli di daerah tersebut.

Invasi yang telah terjadi di KPHL Kota Sorong oleh tumbuhan invasif yang berbentuk semak telah tampak menguasai di daerah tepi kawasan dan sepanjang jalan

lingkar di dalam kawasan. Penguasaan tersebut secara langsung mengurangi kemampuan penyebaran tumbuhan asli kawasan untuk memperoleh ruang tumbuh serta cahaya matahari. Dampak selanjutnya yang mungkin terjadi adalah kematian jenis-jenis asli karena kalah berkompetisi akan sumberdaya yang dibutuhkannya serta berkurangnya fungsi lindung kawasan.

Beragamnya bentuk habitus dan kelompok famili tumbuhan invasif yang dijumpai di tepi kawasan dan sepanjang jalan dalam KPHL Kota Sorong menandakan adanya kemampuan penyebaran tumbuhan melalui mode dispersal yang beragam pula. Pada dasarnya, keberhasilan suatu tumbuhan invasif untuk menduduki suatu kawasan alami sekaligus mengalahkan kompetisi sumberdaya dengan jenis-jenis asli di kawasan tersebut terletak pada kemampuannya melakukan penyebaran.

Tingkat keberhasilan invasi suatu jenis tumbuhan asing dalam suatu kawasan alami akan sangat tinggi apabila tumbuhan tersebut memiliki benih (propagul) yang mampu tersebar dan terdistribusi secara luas dan cukup jauh dari tumbuhan induknya, sekaligus mampu memenangkan kompetisi dengan tumbuhan lainnya terutama tumbuhan asing dengan menguasai dan menduduki daerah tersebut (Sindel 2000; Westcott dan Dennis 2003; Zimdahl 2007). Sebagai contoh, jenis-jenis invasif yang menghasilkan biji sebagai propagul akan dapat menyebar dengan bantuan agen dispersal yang beragam. Bantuan angin, udara, hewan bahkan oleh manusia menjadi beberapa cara umum penyebaran jenis-jenis invasif yang sangat umum terjadi, yang secara alami akan berkaitan ciri-ciri alami jenis-jenis tersebut.

Dalam penelitian ini, jenis-jenis terbanyak dijumpai berasal dari famili Fabaceae dan famili Asteraceae. Kedua famili ini memiliki ciri-ciri penting yang mempermudah penyebaran dan invasinya di dalam kawasan (Hodkinson dan Thompson 1997; Westcott dan Dennis 2003; Zimdahl 2007; Witt 2017). Famili Fabaceae merupakan famili dengan anggota yang sangat banyak, dengan bentuk habitus yang sangat beragam dari semak, liana hingga pohon. Bentuk bijinya yang berupa polong mudah menyebar dengan bantuan hewan dan manusia, terkadang secara sengaja karena merupakan jenis-jenis yang dimanfaatkan manusia. Sedangkan famili Asteraceae dikenal memiliki banyak anggota yang berbentuk semak, liana, hingga pohon dan memiliki kemampuan dispersal yang sangat luas dengan biji yang mudah menyebar dengan bantuan angin, atau dibantu oleh hewan dan manusia. Seperti anggota famili Fabaceae, jenis-jenis Asteraceae sangat mudah menginvasi suatu ekosistem alami terutama dimulai dari bagian tepi ekosistem dan daerah-daerah yang telah terkena pengaruh manusia.

Peran manusia dalam membantu penyebaran spesies invasif sering menjadi mode dispersal utama yang memungkinkan berhasilnya invasi suatu jenis tumbuhan di ekosistem alami (Soerjani et al. 1987; Hodkinson dan Thompson 1997; Williams dan West 2000; Westcott dan Dennis 2003; Hapsari et al. 2014; Zulharman 2017). Sebagian besar tumbuhan invasif mulai menyebar di sekitar kawasan hutan karena terbawa secara tidak sengaja oleh manusia atau hewan yang lewat di dekat kawasan, atau dari

tanaman-tanaman hias yang dibuang dari taman-taman, atau dari tanaman yang tumbuh keluar dari taman-taman masyarakat dan fasilitas-fasilitas wisata yang berada di dekat kawasan. Selain itu, jenis-jenis invasif dapat juga berasal dari daerah pertanian dan peternakan yang awalnya tumbuh karena terbawa dalam bibit-bibit tanaman pangan atau sebagai pakan ternak. Dalam penelitian ini, sebagian besar jenis-jenis yang dijumpai tampak berasal dari proses terbawa secara tidak sengaja oleh manusia di sepanjang jalan lingkar, atau tumbuh keluar dari taman-taman, dan kebun-kebun di sekitar kawasan KPHL Kota Sorong.

Penelitian ini juga telah mendokumentasikan beberapa jenis invasif yang harus dipertimbangkan keberadaan dan pengelolannya secara lebih cermat dan seksama di masa mendatang (ISSG 2018). Jenis-jenis tersebut telah terdaftar secara nasional dan global sebagai jenis asing invasif (IAS), yang sangat berpotensi merusak jenis-jenis asli dan keanekaragaman hayati, menyebabkan degradasi ekosistem dan hilangnya habitat. Jenis-jenis tersebut digambarkan secara singkat pada bagian berikut ini (Lowe et al. 2003; ISSG 2018).

#### *Spathodea campanulata* P.Beauv.

Jenis ini berasal dari famili Bignoniaceae, dikenal secara umum sebagai African tulip tree dan di Indonesia sebagai Kayu tulip Afrika atau Kiaret. Jenis ini merupakan pohon yang dapat mencapai tinggi 35 m dan dbh 175 cm, mampu menghasilkan buah dan biji yang banyak, dapat disebarkan oleh angin, dan didukung dengan batang dan perakaran yang kokoh. Kiaret sering ditanam secara luas sebagai pohon hias, dan telah menyebar dari Afrika sampai ke seluruh dunia. Jenis ini perlu diwaspadai karena sangat mudah menyebar dan tumbuh di daerah lembab, dekat perairan dan ekosistem alami karena di banyak tempat di dunia telah menunjukkan kemampuannya untuk menginvasi daerah pertanian dan hutan alam yang semula tertutup.

#### *Merremia peltata* (L.) Merrill

Jenis ini berasal dari famili Convolvulaceae, dikenal secara umum sebagai meremia atau di Indonesia sebagai mantangan. Tumbuhan ini berbentuk liana perennial berbatang teguh dengan daun membulat, dapat tumbuh memanjat hingga ketinggian 30 m. Merupakan jenis asli dari Afrika Timur dan menyebar sampai dengan ke wilayah Asia dan Pasifik. Mantangan diketahui memiliki propagul berupa biji, akibat terbawa dalam material tanah yang dipindahkan atau sengaja ditanam sebagai tanaman hias. Jenis ini seringkali mampu menutupi pepohonan dan tumbuhan asli hutan yang pada akhirnya mematikan jenis-jenis asli tersebut. Kemampuannya untuk tumbuh lagi melalui trubusan dan tunas-tunas dari akar menyebabkan upaya eradikasi seringkali sulit dilakukan. Menurut catatan Yansen et al. (2015), jenis ini telah menjadi masalah penting di kawasan TN Bukit Barisan Selatan.

#### *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob.

Jenis ini berasal dari famili Asteraceae dan dikenal secara umum sebagai Siam weed atau di Indonesia sebagai kirinyuh. Tumbuhan ini berbentuk semak, memiliki daun

berbentuk oval dengan tepi bergerigi, merupakan tumbuhan perennial yang biasanya berbunga pada musim kering. Kirinyuh diketahui tumbuh dengan baik di tempat yang mendapat cukup cahaya, terutama di daerah terbuka, padang rumput, tepi-tepi perkebunan dan hutan. Kirinyuh merupakan jenis asli dari wilayah Amerika Tengah dan Selatan, bersifat sangat invasif karena mampu menghasilkan propagul yang sangat banyak, dapat menyebar dengan bantuan angin, melekat pada bulu hewan dan kaos kaki atau pakaian manusia, bahkan juga secara vegetatif. Jenis ini di Indonesia telah menginvasi kawasan Pangandaran dan TN Ujungkulon, Jawa Barat (Tjitrosoemito 1999) serta TN Alas Purwo, Jawa Timur sesuai catatan Tihuraa et al. (2014).

#### *Lantana cammara* L.

Jenis ini berasal dari famili Verbenaceae, dikenal secara umum sebagai lantana dan di Indonesia sebagai tembelekan atau bunga tai ayam. Lantana merupakan tumbuhan semak perennial dengan warna bunga yang sangat beragam, umumnya berupa tanaman hias, dan mula-mula diintroduksi di daerah-daerah tropis di seluruh dunia dari daerah asalnya di Amerika Tengah dan Selatan. Tumbuhan ini menyebar dengan bijinya, juga dapat menjadi tumbuhan pemanja. Jenis ini diketahui menginvasi kawasan TN Meru Betiri dan wilayah TN Alas Purwo dari catatan Purwono et al. (2002) dan Tihuraa et al. (2014).

#### *Mikania micrantha* Kunth.

Jenis ini berasal dari famili Asteraceae dengan nama umum mile-a-minute atau di Indonesia sebagai sembung rambat. Jenis ini merupakan liana perennial yang cepat tumbuh, menghasilkan sangat banyak biji, dan mampu pula berkembang biak secara vegetatif. Individu muda tumbuhan ini mampu tumbuh cepat dalam waktu singkat, menggunakan pepohonan sebagai tempat merambatnya, kemudian segera menutupi tumbuhan penyokongnya. Jenis ini diketahui merupakan jenis asli daerah Amerika Selatan yang telah menyebar ke seluruh dunia dan dikenal sebagai tumbuhan invasif di daerah-daerah terbuka sekitar perkebunan dan hutan di seluruh Indonesia.

Penelitian ini menunjukkan bahwa ancaman terhadap kawasan lindung, seperti KPHL Kota Sorong dapat datang dari luar kawasan dalam bentuk penyebaran tumbuhan invasif. Di antara seluruh jenis invasif yang dijumpai dalam kawasan, adanya jenis-jenis IAS yaitu *Spathodea campanulata* P.Beauv., *Merremia peltata* (L.) Merrill, *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King & H.Rob., *Lantana cammara* L., dan *Mikania micrantha* H.B.K. perlu diwaspadai dan menjadi bahan pertimbangan untuk langkah pengendalian dan pengelolaan untuk mencegah penurunan fungsi ekologi dan ekonomi kawasan.

## REFERENCES

- Gunawan H, Heriyanto N, Subiandono E, Mas'ud A, Krisnawati H. 2015. Invasi jenis eksotis pada areal terdegradasi pasca erupsi di Taman Nasional Gunung Merapi dalam Setyawan AD et al. (eds) Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia Vol. I No. 5 Agustus 2015 1027-1033. Universitas Sebelas Maret. Semarang, 9 Mei 2015
- Hapsari L, Basith A, Novitasiah HR. 2014. Inventory of invasive plant species along the corridor of Kawah Ijen Nature Tourism Park, Banyuwangi, East Java. J Indon Tour Devel Stud 2 (1):1-9, Januari 2014.
- Hodkinson D, Thompson K. 1997. Plant dispersal: the role of man. J Appl Ecol 34:1484-1496.
- ISSG. 2018. Invasive Species Specialist Group (ISSG) <http://www.issg.org/gisd> (14 Maret 2018).
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, de Poorter M. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A Selection from the Global Invasive Species Database. ISSG-SSC-IUCN.
- Purwono B, Whardana BS, Wijanarko K, Setyowati E, Kurniawati DS. 2002. Keanekaragaman Hayati dan Pengendalian Jenis Asing Invasif. Kantor Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia dan The Nature Conservancy, Jakarta.
- Rugayah, Widjaya E, Praptiwi. 2004. Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora. Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Bogor.
- Sankaran KV, Suresh TA. 2013. Invasive Alien Plants in the Forests of Asia and the Pacific. FAO – UN Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.
- Sindel B. 2000. Weeds and their impact dalam Sindehl B (ed) Australian Weed Management Systems. RG & FJ Richardson, Victoria.
- Siregar C, Tjitrosoedirdjo S. 1999. *Acacia nilotica* invasion in Baluran National Park, East Java. Biotrop Spec. Publ. No. 61., Bogor
- Soerjani A, Kostermans A, Tjitrosoepomo G. 1987. Weeds of Rice in Indonesia. Balai Pustaka, Jakarta.
- Sunaryo, Girmansyah D. 2015. Identifikasi tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Tanjung Putting, Kalimantan Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (5): 1034-1039.
- Sunaryo, Uji T, Tihuraa E. 2012. Komposisi jenis dan potensi ancaman tumbuhan asing invasif di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat. Berita Biologi 11(2): 231-239.
- Tihuraa E, Sunaryo, Wiriadinata H. 2014. Tumbuhan asing invasif di Resort Rowobendo, Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur, Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Biologi. Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Tjitrosoemito S. 1999. The establishment of *Procecidochares connexa* in West Java: a biological control agent of *Chromolaena odorata*. Biotropia 12: 19-24.
- Weber F. 2003. Invasive Plants of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds. CABI Publishing, Wallingford.
- Westcott D, Dennis A. 2003. The ecology of seed dispersal in rain forests: implication for weed spread and a framework for weed management dalam Grice A, Setter M (eds) Weeds of Rainforests and Associated Ecosystems. CRC for Tropical Rainforest Ecology and Management, Cairns.
- Williams J, West C. 2000. Environmental weeds in Australia and New Zealand: issues and approaches to management. Austral Ecology 25: 425-444.
- Witt A. 2017. Guide to the Naturalized and Invasive Plants of South East Asia. CABI, Wallingford.
- Yansen, Wiryono, Deselina, Hidayat M, Depari E. 2015. The expansion of *Merremia peltata* (L.) Merrill in fragmented forest of Bukit Barisan Selatan National Park enhanced by its ecophysiological attributes. Biotropia 22 (1): 25-32.
- Zimdahl R. 2007. Fundamentals of Weed Science. Academic Press Elsevier, London.
- Zulharman. 2017. Analisis vegetasi tumbuhan asing (*invasive species*) pada Kawasan Revitalisasi Hutan, Blok Argowulan, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Natural B 4 (1), April 2017.