

Peran mikroba dalam penyediaan bibit berkualitas dalam menunjang penghijauan kota

The role of microbes in the provision of quality in supporting reforestation plant of the city

SYLVIA J.R. LEKATOMPESY[✉], HARMASTINI I. SUKIMAN^{✉✉}

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588, ✉email:sylviajrl@yahoo.com; sylviaakohy@gmail.com, ✉✉harmastini@yahoo.com

Manuskrip diterima:14 Agustus 2015. Revisi disetujui:2 Oktober 2015.

Abstrak. *Lekatompesny SJR, Sukiman HI. 2015. Peran mikroba dalam penyediaan bibit berkualitas dalam menunjang penghijauan kota. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1:2000-2005.* Penghijauan merupakan program pemerintah yang dicanangkan dalam program rehabilitasi lahan kritis dimana luasan lahan kritis di kawasan dan di luar kawasan hutan kian meningkat. Data Statistik Departemen Kehutanan melaporkan bahwa luasan lahan kritis yang ada di Indonesia pada tahun 2012 sudah mencapai 33 juta hektar. Lahan kritis ini terfokus di pulau Jawa dan Sumatera. Bertambahnya laju kerusakan hutan, semakin meningkat luas pembalakan hutan secara besar-besaran guna kepentingan perkebunan, pertambangan, pertanian lahan berpindah dan lain-lain. Kebutuhan akan bibit tanaman dalam memperbaiki lahan-lahan yang kritis merupakan suatu problematknasional yang dihadapkan memerlukan solusi yang tepat. Salah satu kontribusi LIPI dalam menunjang program penghijauan adalah menyediakan bibit tanaman berkualitas. Bibit tanaman berkualitas dapat diadakan melalui keterlibatan pupuk hayati unggulan nasional. Saat ini LIPI sudah memiliki beberapa produk pupuk hayati unggulan nasional yang dapat dimanfaatkan dalam pengadaan bibit tanaman berkualitas. Salah satunya adalah Pupuk BIO-VAM LIPI yaitu jamur mikorisa yang hidup bersimbiosa dengan perakaran tanaman. Manfaat pupuk hayati BIO VAM dapat memacu pertumbuhan bibit tanaman, meningkatkan luas permukaan akar untuk penyerapan nutrisi dan air, meningkatkan ketahanan terhadap stress air, mengurangi penggunaan pupuk kimia dan aplikasi hanya dilakukan satu kali. Beberapa tanaman yang dipilih dalam kegiatan ini menjadi tanaman yang akan digunakan nantinya untuk membuat model hutan kota atau program penghijauan. Hasil yang didapat respon semai tanaman jabon, nangka, salam dan kenari $\pm 100\%$ hidup sedangkan respon pada benih keras seperti pada benih pala dan kemirisekitar 15,5%. Benih tidak diperlakukan khusus sehingga kulit buah yang keras cepat berkecambah secara alami dengan bantuan pupuk hayati. Perlakuan dengan cara merusak bagian biji akan mengganggu pertumbuhan bibit tanaman nantinya. Melalui kegiatanpengadaan bibit tanaman dengan melibatkan potensi mikroba tanah terpilih yang menjadi dasar dari pupuk hayati nasional. Diharapkan LIPI mampu mengangkat potensi dari mikroba terseleksi sebagai materi pembangun pupuk hayati sekaligus menyediakan materi *show window* bagi percontohan penghijauan. Program LIPI ini dapat diadopsi oleh seluruh masyarakat Indonesia guna membantu dalam program penghijauan.

Kata kunci:Potensi mikroba, program penghijauan, ramah lingkungan

Abstract. *Lekatompesny SJR, Sukiman HI. 2015. The role of microbes in the provision of quality in supporting reforestation plant of the city. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 2000-2005.* Greening is a government program launched in a land rehabilitation program in which the critical land area in the region and outside the forest area is increasing. Statistics Department of Forestry reported that the area of degraded land in Indonesia in 2012 has reached 33 million hectares. This critical area focuses on Java and Sumatra. Increasing deforestation, logging of area increased forest on a large scale in the interests of the plantation, mining, agricultural land of moves and other. The need for seed crops in repairing critical lands are facing a national problematic and require of appropriate solutions. One of the contributions LIPI in supporting the greening program is to provide quality crop seeds. The quality of crop seeds can be held through the involvement of national biological fertilizer featured. LIPI currently already has several of collection microbe biological fertilizer products which can be utilized in the procurement of quality crop seeds. One is Fertilizer BIO-LIPI, VAM-fungi mycorrhizae that live symbiosis with plant of roots. Benefits BIO VAM biological fertilizer can stimulate the growth of plant seeds, increases root surface area for the absorption of nutrients and water, increase resistance to water stress, reduce the use of chemical fertilizers and the application is only done once. Some plants were selected in this activity into a plant that will be used later to create a model of urban forest or reforestation programs. The results obtained the response of plant seedling Jabon, jackfruit, greetings, and walnuts $\pm 100\%$ live while the response to the hard seed such as the seed of the nutmeg and hazelnut approximately 15.5%. No seed was treated specifically so the seed can quickly germinate naturally with the help of biological fertilizer. Treatment damaging of parts of the seed would interfere with plant seedling. Through activities involving the procurement of plant seeds with soil microbes potential elected the basis of national biological fertilizer. LIPI is expected to be able to lift the potential of microbial selection as builder materials biological fertilizer as well as providing material for the show window of a pilot reforestation. LIPI program can be adopted by all the people of Indonesia to assist in the greening program.

Keywords: Environmentally friendly, potential microbe, reforestation programs

PENDAHULUAN

Hutan tropis di Indonesia keberadaannya ditingkat dunia menjadi sangat penting, mengingat bahwa luasan hutan yang ada di Indonesia merupakan luasan ketiga terbesar setelah Brazil dan Zaire. Indonesia mempunyai tanggung jawab dalam melestarikan agar tetap berfungsi sebagai paru-paru dunia. Menurut data statistik Departemen Kehutanan tahun 2012 luas kawasan hutan Indonesia mencapai 130.61 juta hektar. Kawasan tersebut terbagi menjadi Hutan konservasi seluas 21,17 juta hektar, hutan lindung 32,06 juta hektar, hutan produksi terbatas 22,82 juta hektar dan hutan produksi 33,68 juta hektar (Kusmana et al 2004). Namun sejalan dengan perkembangan saat ini akibat pembalakan hutan secara besar-besaran maka luasan lahan kritis semakin besar. Data dari Departemen Kehutanan menyebutkan bahwa luasan lahan kritis saat ini sudah mencapai 33 juta hektar (Widyawati 2008). Keberadaan lahan kritis dapat menyebabkan berbagai bencana alam diantaranya banjir bandang, longsor dan lain-lain. yang menyebabkan malapetaka bagi kehidupan manusia.

Berbagai program menuju Indonesia hijau sudah banyak dilontarkan Pemerintah baik oleh Departemen Kehutanan maupun Lingkungan Hidup. Bahkan sesuai dengan Peraturan Presiden No 61 tahun 2011, Indonesia diharapkan berpartisipasi dalam rencana aksi nasional yakni penurunan emisi gas rumah kaca dengan target penurunan hingga 26 persen (Wibowo 2013). Saat ini pemerintah mengantisipasi dengan keterlibatan 21 kabupaten di Indonesia yang aktif melakukan kegiatan penurunan emisi gas rumah kaca. Berkaitan dengan pemanasan global, LIPI telah berkontribusi dalam mengantisipasi penyerapan karbon melalui penanaman tanaman endanger species di daerah Taman Nasional Gede Pangrango (TNGP) sejak tahun 2005 yang lalu. Keterlibatan LIPI menjadi sangat spesifik dengan faktor keterlibatan mikroba potensi khususnya jamur tanah mikorisa yang menunjang pertumbuhan tanaman hutan spesifik TNGP. Menurut Irianto (2009) tanaman cukup fosfat akan memiliki akar yang luas sehingga akan membantu tanaman mendapatkan sumber unsur hara yang lebih jauh, sehingga tanaman akan mendapatkan unsur hara lebih banyak. Proses kolonisasi mikorisa dimulai dari umur dua minggu setelah proses inokulasi. Tanaman inang (host) akan memberikan karbohidrat cair kepada mikorisa untuk perkembangbiakannya selama di dalam jaringan akar tanaman hutan (Turjaman 2013). Hasil pengukuran serapan CO₂ memberikan data bahwa tanaman yang diperlakukan dengan jamur tanah mikorisa mampu menyerap hingga 747.72 ton per hektar sementara yang tidak diperlakukan dengan mikorisa adalah 639.35 ton per hektar untuk jenis tanaman kayu afrika, demikian pula dengan jenis tanaman lainnya (Sukiman 2012).

Biovillage merupakan program andalan LIPI yang direalisasikan pada tahun 2015. Kegiatan Biovillage diisi oleh berbagai kegiatan yang mendukung terwujudnya program penghijauan seperti yang diharapkan. Salah satu kegiatan hasil penelitian diimplementasikan pada kegiatan

biovillage adalah produk pupuk hayati LIPI. Diketahui bahwa LIPI memiliki sejumlah jenis pupuk hayati yang dikenal dengan Beyonic LIPI. Produk pupuk hayati LIPI yang baru dicanangkan sebagai pupuk hayati unggulan nasional adalah Biorhizin, BioVam, BioPlus dan StarTmix (P2 Biologi). Keempat produk pupuk hayati LIPI ini telah mengikuti uji coba lapang dari mulai skala kecil di rumah kaca hingga skala Dem-area dengan luasan 100 Ha. Uji coba dilakukan disejumlah lokasi di Indonesia yakni Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Hasil uji coba menunjukkan bahwa pupuk hayati unggulan nasional LIPI layak untuk dikembangkan dalam skala industri dan secara ekonomi, efisien untuk diadopsi oleh petani. Tahun 2014 ini merupakan tahun terakhir dilakukannya uji coba lapang tingkat Dem-area yang dilakukan atas koordinasi Badan Litbang Pertanian.

Melalui program Biovillage yang direalisasikan pada tahun 2015, peran mikroba dalam hal ini, pupuk hayati LIPI yang dimanfaatkan untuk mengadakan bibit tanaman berkualitas karena problematik utama yang dihadapi saat ini ditingkat nasional adalah kurangnya bibit tanaman yang sehat yang diperlukan untuk merehabilitasi lahan kritis.

BAHAN DAN METODE

Media tanam yang digunakan 1 kg. Komposisi media berbanding 3: 1 yaitu 700 g tanah ditambahkan 300 g kompos. Media tanam ini menjadi sumber energi yang dapat diubah oleh mikroba untuk digunakan oleh tanaman.

Pemilihan jenis tanaman hutan yang diperlukan untuk pembibitan meliputi lima jenis tanaman hutan yang akan digunakan dalam penelitian, masing-masing jenis tanaman hutan sebanyak 1000 bibit. Bibit tanaman yang akan digunakan diantaranya: Salam (*Eugenia polyantha* Miq.), Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), Pala (*Myristica fragrans* Houtt.), Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus*), dan Kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd).

Pembibitan awal untuk benih salam, benih jabon dibuatkan persemaian tanaman kemudian bibit berumur 1 bulan dipindahkan dipolibag, sedangkan benih nangka, benih pala, benih kemiri langsung ditanam pada media tanam dalam polibag.

Penanaman bibit tanaman hutan diberikan Pupuk Hayati Unggulan Nasional per polibag diberikan sebanyak 2 g dan aplikasi hanya dilakukan satu kali. Pada tahap ini baik penanaman biji langsung dan semai yang dipindahkan ke polibag, diharapkan sudah terinfeksi oleh pupuk hayati. Semai tanaman yang tumbuh sudah memiliki bekal mikroba potensi yang membantu mendapatkan nutrisi.

Pemeliharaan, penyiraman tanaman secara kontinyu karena kondisi alam yang sangat ekstrem (musim kering).

Pengamatan bibit tanaman hutan berkualitas di lapang. Parameter yang diamati: tinggi tanaman dan persentase tanaman yang hidup antara perlakuan pupuk hayati dan kontrol (tanpa perlakuan pupuk hayati).

Bibit tanaman siap untuk dipindahkan ke lapangan untuk membantu program penghijauan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran mikroba dalam penyediaan bibit berkualitas menjadi topik yang menarik karena peran mikroba diharapkan menjadi pengganti pupuk kimia, mudah terurai di lapangan atau ramah lingkungan. Salah satu potensi mikroba tersebut adalah jamur tanah yaitu Mikorisa yang hidup bersimbiosa dengan perakaran tanaman. Jamur Mikorisa mempunyai kemampuan dalam melaksanakan proses penambatan khususnya unsur P (fosfat).

Adanya hifa di sekitar perakaran memudahkan penyerapan hara terutama unsur hara P dan melindungi tanaman dari mikroba patogen (Gambar 1).

Tanaman yang sudah terinfeksi jamur mikorisa memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanaman tanpa mikorisa. Hal ini disebabkan mikorisa secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara baik unsur hara makro maupun mikro. Selain daripada itu, akar yang sudah terinfeksi jamur mikorisa dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan yang tidak tersedia bagi tanaman (Anas 1997).

Berdasarkan tinggi tanaman terlihat perbedaan laju pertumbuhan tanaman antara perlakuan pupuk hayati dan tanaman tanpa perlakuan pupuk hayati sebagai kontrol (KO). Perbedaan itu terlihat pada semai tanaman jabon hijau, nangka, kemiri. Tanaman lainnya seperti: jabon merah, kenari, salam dan pala belum terlihat nyata perbedaan tersebut seperti pada Gambar 2. Menurut Haris (2005), manfaat penambahan cendawan mikorisa antara lain: pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga hasil yang didapat jauh lebih banyak. Hal ini karena mikorisa dapat meningkatkan luasan penyerapan hara oleh miselium eksternal. Ditambahkan pula oleh Setyaningsih (2011), bahwa mikorisa memiliki kemampuan yang spesifik terhadap jenis bibit tanaman hutan maupun terhadap bagian dari tanaman yang terstimulasi pertumbuhannya. Terjadinya peningkatan pertumbuhan tinggi yang lebih besar dengan menggunakan mikorisa jika dibandingkan dengan pertumbuhan diameter, diduga didorong oleh karakter fisiologi. Tanaman hutan yang cenderung melakukan pertumbuhan primer (tinggi) pada awal pertumbuhannya. Terlihat dari Gambar 2. respon dari masing-masing tanaman yang telah diberikan mikorisa dilihat dari tinggi tanaman.

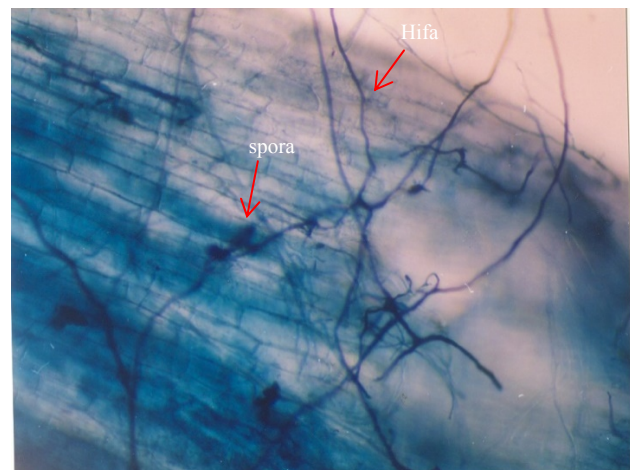
Menurut Beluhan dan Ranogajec (2010), habitat alami dari tanaman yang tumbuh liar memiliki ketersediaan nutrisi yang dapat digunakan sebagai sumber makanan. Namun jika habitat mengalami perubahan akibat pertambangan, habitat alami mengalami perubahan sehingga tanaman mudah stress. Kondisi ekstrem seperti kekeringan, unsur hara yang tidak mudah didapat oleh tanaman. Menurut Setiadi dan Setiawan (2011), mikorisa memiliki berbagai jenis spora, diantaranya jenis mikorisa *Gigaspora margarita*, *Acaulospora* sp. dan *Glomus* sp. mampu bertahan pada kondisi lahan pasca pertambangan nikel.

Kumar et al. (2013), jenis mikorisa di suatu tempat populasinya terkadang melimpah pada jenis tanaman inang tertentu, misalnya di India pada tanaman dipterocarpaceae. Kolonisasi mikorisa arbuskular sekitar 40% pada jenis

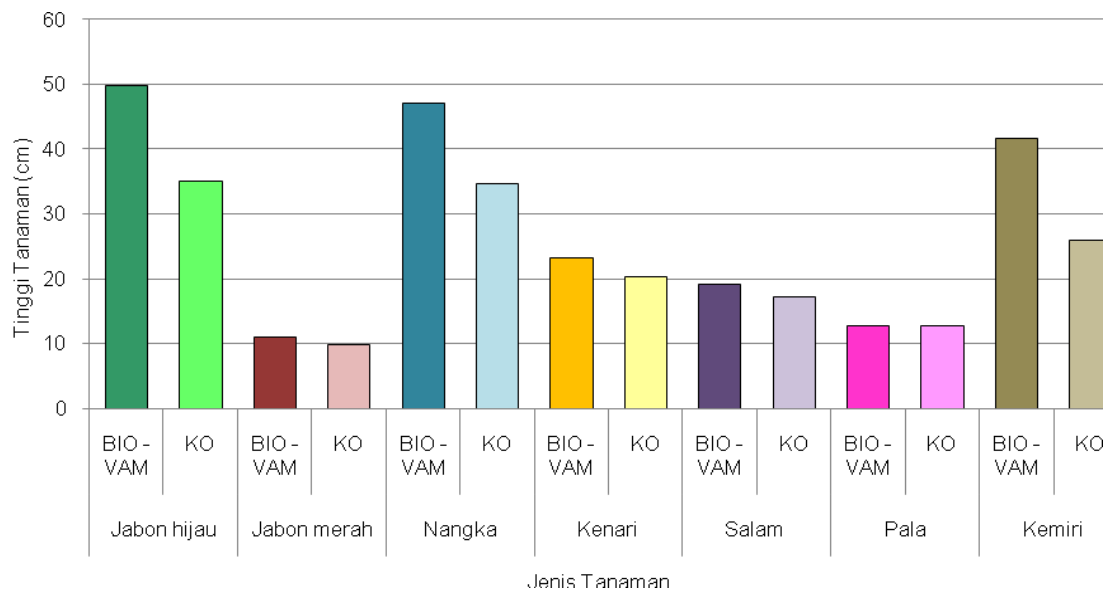
pohon di hutan tropis dengan kondisi hutan Dipterocarpaceae campuran di Brunei (Moyersoen et al. 2001). Demikian pula diharapkan apabila tanaman yang telah dibekali pupuk hayati dilepas ke lapangan akan hidup dengan kondisi habitat alami dengan mikroorganisme yang membantu menunjang pertumbuhan tanaman. Namun peran mikroba potensi yang telah lebih dulu ada diperakaran akan lebih banyak membantu dan menarik mikroba tanah untuk datang mendekati perakaran. Berikut Tabel 1. Variasi mikorisa di lapangan yang hidup di habitat alami dengan tanaman inang tertentu.

Tabel 1. terlihat bahwa adanya kelimpahan mikorisa pada tanaman inang tertentu, hal ini yang membantu menunjang pertumbuhan tanaman. Namun tidak semua habitat alami mempunyai kelimpahan mikorisa karena kondisi habitat alami (lahan) mengalami kondisi kritis yang dapat menyebabkan berbagai bencana alam seperti banjir bandang, longsor dan lain-lain.

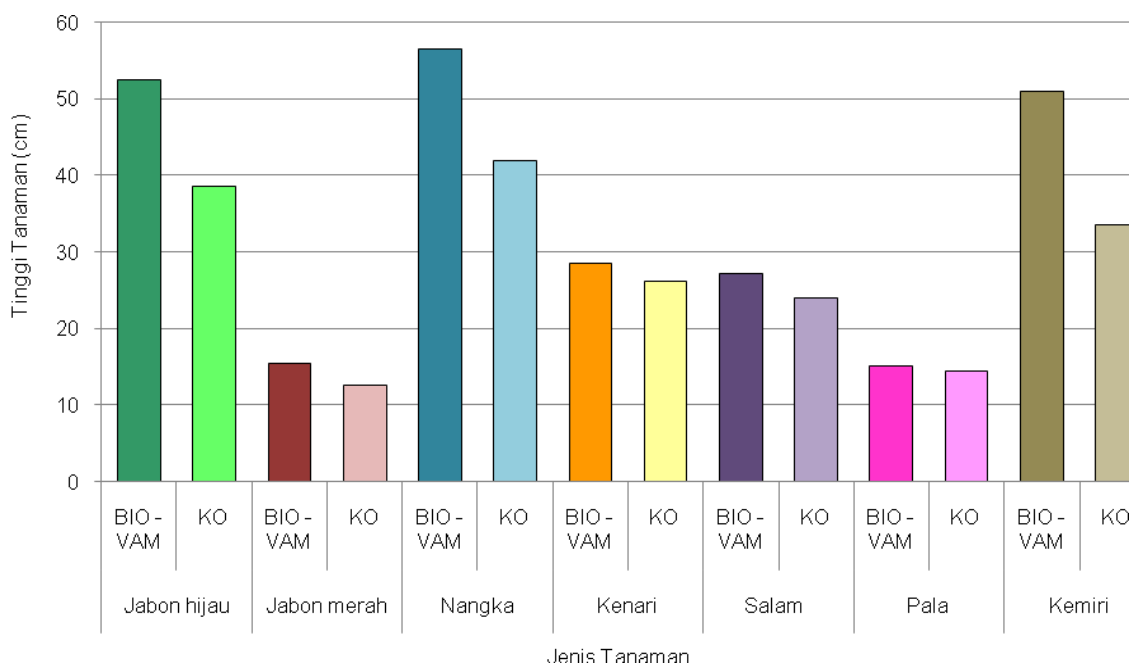
Aplikasi pupuk hayati yang diberikan pada beberapa tanaman seperti Gambar 3. menunjukkan adanya simbiosis antara jamur mikorisa dengan tanaman. Dilaporkan oleh Sharma et al. 2007, Arbuskula Mikorisa memiliki simbiosis mutualistik yang luas dengan berbagai tanaman. Mikorisa merupakan salah satu mikroba yang memiliki peran penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Haris (2005), pemanfaatan mikorisa yang diberikan pada tanaman antara lain: membantu pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Hal ini karena mikorisa dapat meningkatkan luasan penyerapan hara oleh miselium eksternal. Mikorisa dapat mempengaruhi lingkungan mikro disekitar perakaran tanaman yang dapat merubah komposisi dan aktivitas mikroba tanah karena terjadi perubahan fisiologi akar dan produksi sekresi oleh mikroba. Mikorisa selain itu juga mempunyai peran dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman terhadap patogen langsung karena mikorisa memanfaatkan karbohidrat akar sebelum dikeluarkan sehingga patogen tidak mendapatkan makanan yang dapat mengganggu siklus hidupnya, mikorisa mampu membentuk substansi antibiotik untuk menghambat patogen, memacu perkembangan mikroba saprotifik di sekitar perakaran.



Gambar 1. Sayatan akar tanaman yang telah terinfeksi jamur mikorisa.



Gambar 2. Pengaruh pemberian pupuk hayati pada tinggi tanaman umur 3 bulan

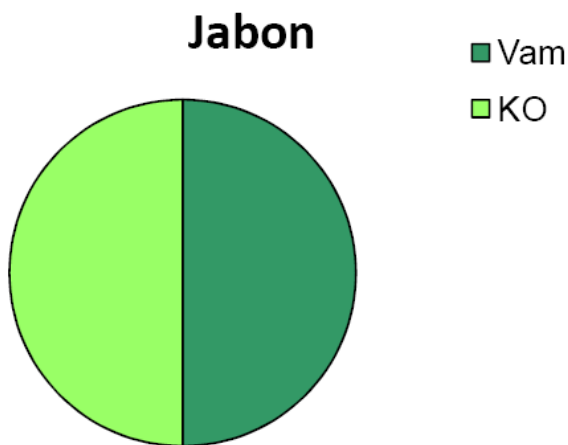


Gambar 3. Pengaruh pemberian pupuk hayati pada tinggi tanaman umur 4 bulan

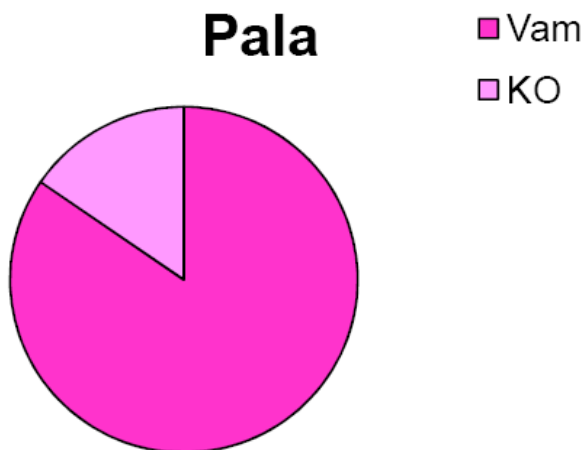
Tabel 1. Variasi mikorisa jumlah kelimpahan pada tanaman inang

Tanaman	Jenis mikorisa	Jumlah spora
<i>Pometia pinnata</i> (Matoa)	3	>500
<i>Bambusa</i> sp. (Bambu)	3	241
<i>Maesopsis eminii</i> (Kayu Afrika)	4	>627
<i>Salacca</i> sp. (Salak hutan)	7	>776

Aplikasi pupuk hayati mikorisa pada tanaman memberikan dampak yang positif dimana simbiosis mikorisa dengan perakaran tanaman saling memberi keuntungan. Menurut Setiadi dan Setiawan (2011), mikorisa merupakan pupuk yang hanya cukup sekali diberikan pada tanaman (*once application*) karena mikorisa dapat terus tumbuh dan berkembang melalui hifa-hifa pada perakaran tanaman dan di sekitar tanaman. Menurut



Gambar 4. Presentasi tanaman jabon yang hidup dibandingkan dengan tanaman kontrol



Gambar 5. Presentasi tanaman pala yang hidup karena perlakuan dibandingkan dengan tanaman kontrol

Prasetyo (2011), mikorisa dapat meningkatkan persen hidup tanaman di persemaian dan di lapangan. Hasil yang didapat, Gambar 4. presentasi tanaman yang diberi perlakuan pupuk hayati dan tanaman kontrol tanpa perlakuan pupuk hayati terlihat seimbang pada umur 4 bulan khususnya pada tanaman jabon.

Pengaruh penambahan mikorisa belum berpengaruh nyata dan hampir sama dengan kontrol karena kompetisi nutrisi yang terjadi belum terlalu ekstrem pada umur tanaman yang masih muda. Habitat alami di sekitar tanaman menunjang pertumbuhan tanaman, namun apabila kondisi berubah menjadi ekstrem. Pertumbuhan tanaman akan semakin terlihat signifikan. Menurut Husin dan Marlis (2000) penggunaan inokulum yang tepat dapat menggantikan sebagian kebutuhan pupuk. Sebagai contoh penggunaan mikorisa pada tanaman lamtoro dapat menggantikan kira-kira 50% kebutuhan P, 40% kebutuhan nitrogen, dan 25% kebutuhan kalium.

Gambar 5. terlihat rendahnya presentasi bibit tanaman yang ditumbuhkan langsung menggunakan benih dengan

kulit buah yang keras. Perbedaan presentasi tumbuh terlihat antara tanaman yang diberikan pupuk hayati dengan tanaman kontrol. Jamur mikorisa arbuskula menginfeksi akar tanaman sehingga terjadi simbiosis yang menguntungkan, di mana tanaman inang mendapatkan nutrisi melalui peningkatan serapan hara peningkatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih baik (Paracer dan Ahmadjian 2000; Smith dan Read 2008). Peran mikroba potensi dalam hal ini mikorisa sebagai pupuk hayati diaplikasikan pada bibit tanaman, dilakukan pada awal penanaman untuk membekali tanaman dengan mikroba potensi dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti pada percobaan pembibitan dilaporkan bahwa adanya peningkatan pertumbuhan bibit tanaman *Dipterocarpaceae* terjadi karena jamur mikorisa yang diinokulasi pada tanaman mampu menyerap hara (Tawaraya et al 2003; Lee et al 2008). Selain itu, aplikasi mikorisa yang dilakukan pada tahap pembibitan menghasilkan bibit yang merupakan bibit yang berkualitas dan tahan terhadap kondisi lapangan yang ekstrim (Prayudyaningsih 2012). Diharapkan nantinya bibit tanaman yang akan dilepas dilapangan akan tetap bertahan dengan kondisi ekstrim.

Infeksi mikorisa pada diperakaran tanaman dalam prosesnya terjadi perpanjangan dari hifa-hifa eksternal pada jamur mikorisa menghasilkan produksi sekresi dari senyawa-senyawa polysakarida, asam organik dan lendir dari hifa-hifa eksternal tersebut. Hal ini yang mengikat butir-butir primer/agregat mikro tanah menjadi butir sekunder/agregat makro. Agen organik ini sangat penting dalam menstabilkan agregat mikromelalui kekuatan perekat dan pengikatan oleh asam-asam sehingga hifa tadi akan membentuk agregat makro yang mantap (Subiksa 2002).

Dengan demikian mikroba potensi seperti mikorisa yang diinokulasi pada tanaman diharapkan dapat membantu dalam merehabilitasi lahan kritis, yang sampai saat ini belum ada usaha pelestarian lahan kritis secara maksimal. Hubungan timbal balik antarmikorisa dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya (simbiosis mutualistik). Inokulasi menggunakan mikorisa dapat dikatakan sebagai "*biofertilization*", baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman penghijauan (Killham 1994).

Peran mikroba dalam hal ini jamur mikorisa membantu tanaman dalam memperoleh nutrisi dan air dengan bantuan hifa, dengan meningkatkan luas permukaan akar, membantu memacu pertumbuhan bibit tanaman dan membantu mempersingkat waktu persemaian, meningkatkan ketahanan terhadap stress air dan serangan penyakit akar pada tanaman, mengurangi penggunaan pupuk kimia (ramah lingkungan) dan biaya pemeliharaan serta aplikasi pupuk hanya dilakukan satu kali saja.

DAFTAR PUSTAKA

Anas, I. 1997. Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.

- Beluhan S, Ranogajec A. 2010. Chemical composition and non-volatile components of Crotial wild edible mushrooms. *Food Chem* 124:1076-1082.
- Haris A, Adnan AM. 2005. Mikoriza dan manfaatnya pada Tanaman. Balai Penelitian Tanaman Serelia. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVI Komda Sul-Sel.
- Husin EF, Marlis R. 2002. Aplikasi cendawan mikoriza arbuskular sebagai pupuk biologi pada pembibitan kelapa sawit. Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Indonesia Barat, FP USU Medan
- Irianto R.S.B. 2009. Inokulasi Ganda *Glomus* sp dan *Pisolithus* arrhizus Meningkatkan Pertumbuhan Bibit *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. VI (2) : 159-167.
- Killham K. 1994. *Soil Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kumar R, Tapwal A, Teixeira da Silva JA, Pandey S, Borah D. 2013. Biodiversity of arbuscular *mycorrhizal* fungi associated with mixed natural forest of Jeypore, Assam. *Bioremed Biodiv Bioavail* 7 (1): 91-93.
- Kusmana C, Istomo, Wilerso S, Dahlan N, Onrizal. 2004. Upaya rehabilitasi hutan dan lahan dalam pemulihan kualitas lingkungan. Seminar Nasional Lingkungan Hidup dan Kemanusiaan, Jakarta
- Lee SS, Patahayah M, Chong WS, Lapeyrie FF. 2008. Successful *ectomycorrhizal* inoculation of two *Dipterocarp* species with a locally isolated fungus in Peninsular Malaysia. *J Trop For Sci* 20:237-247.
- Moyersoen B, Becker P, Alexander U. 2001. Are *ectomycorrhizas* more abundant than arbuscular *mycorrhizas* in tropical heath forest? *New Phytol* 150:591-599.
- Paracer S, Ahmadjian V. 2000. *Symbiosis an Introduction to Biological Interactions*. Oxford University Press, Oxford.
- Prasetyo NA. 2011. Aplikasi pemanfaatan cendawan *Mikoriza Arbuskula* (CMA) terhadap pertumbuhan jati (*Tectona grandis*). *Tekno Hutan Tanaman*. 4(3):93-97.
- Prayudyaningih R. 2012. Pemanfaatan Mikoriza untuk Mendukung Keberhasilan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang. Kumpulan Karya Ilmiah. Balai Penelitian Kehutanan Makassar, Makassar.
- Setiadi Y, Setiawan A. 2011. Studi status fungi *Mikoriza Arbuskula* di areal rehabilitasi pasca penambangan nikel (Studi Kasus PT INCO Tbk. Sorowako, Sulawesi Selatan). *J. Silvikultur Tropika* 3(1):88-95.
- Setyaningsih, L. 2011. Efektivitas Inokulum Fungi Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Semai Tanaman Hutan. *Jurnal Sains*. 1(2) : 119 - 125.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. 3 rd ed. Academic Press, London
- Subiksa, IGM. 2002. Pemanfaatan Mikoriza Untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukiman HI. 2012. The effect of *mycorrhizae* inoculation on the growth of 8 species of forest tree in Bodogol area. Research Center for Biology, Cibinong-Bogor.
- Tawarayaa K, Takayaa Y, Turjamanb M, Tuahc SJ, Liminc SH, Tamaid Y, Chae JY, Wagatsumaa T, Osakid M. 2003. *Arbuscular mycorrhizal* colonization of tree species grown in peat swamp forests of Central Kalimantan, Indonesia. *For Ecol Manag* 182:381-386.
- Turjaman, M. 2013. Fungi Mikoriza sebagai Input Teknologi Konservasi Jenis Tanaman Hutan Langka dan Rehabilitasi Lahan Terdegradasi. Orasi Karya Ilmiah P3KR. hal : 1 – 24
- Wibowo A. 2013. Kajian penurunan emisi gas rumah kaca sektor kehutanan untuk mendukung kebijakan Perpres No 61 Tahun 2011. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 10(3): 235-254
- Widyawati E. 2008. Peranan Mikroba Tanah pada Kegiatan Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang. (Roles of Soil Microbes in Ex- Mining Land Rehabilitation) *Info Hutan*. 2:151-160.