

MANFAAT MIKORIZA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Donnarina Simanjuntak, Fahrida Yanti, A. E. Prasetyo, dan Agus Susanto

ABSTRAK

Mikoriza adalah suatu struktur yang terbentuk akibat adanya simbiosis mutualistis antara jamur tertentu dengan akar tanaman. Manfaat mikoriza bagi tanaman yaitu dapat membantu penyerapan unsur fosfor. Kombinasinya bersama dengan Trichoderma sp. berperan dalam menghambat laju infeksi patogen tanah. Eksplorasi mikoriza di kabupaten Langkat dan Labuhan Batu Selatan, Sumatera Utara memberikan hasil bahwa propagul mikoriza di tanah mineral jauh lebih banyak dibanding di tanah gambut. Dari tanah mineral tersebut ditemukan bahwa pada tanaman kelapa sawit sehat lebih banyak mengandung mikoriza dibanding tanaman yang sakit. Pada kedua jenis tanah tersebut, spesies mikoriza yang umum ditemukan adalah Glomus sp. Pengujian mikoriza di pembibitan kelapa sawit juga sudah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa 150 gram mikoriza di pre-nursery yang diikuti dengan 100 gram di main-nursery merupakan dosis aplikasi yang paling baik untuk meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun. Peranan mikoriza sebagai penghambat infeksi patogen juga terlihat cukup baik pada tanaman yang diaplikasikan tunggal mikoriza maupun kombinasi dengan Trichoderma dengan nilai kejadian penyakit 0%. Secara keseluruhan, mikoriza bermanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dan menghambat infeksi penyakit Ganoderma di pembibitan kelapa sawit.

Kata kunci: mikoriza, pertumbuhan tanaman, agen biokontrol, kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri kelapa sawit yang sangat pesat mengakibatkan perambahan areal kelapa sawit tidak hanya pada lahan mineral, tetapi juga terjadi di lahan marginal. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 1990 sebesar 1,1 juta hektar menjadi sekitar 8,9 juta hektar pada tahun 2011 (Amalia, 2012). Menurut Subardja *et al.* (2006), lahan yang berpotensi untuk dikembangkan kelapa sawit di Indonesia adalah sekitar 26 juta hektar, tetapi lebih dari separuhnya merupakan lahan marginal.

Beberapa contoh lahan marginal seperti tanah berpasir, lahan pasang surut, dan lahan gambut. Dari berbagai macam lahan marginal tersebut, lahan gambut yang paling luas digunakan hingga kini. Subagyo *et al.* (1996) mengemukakan bahwa lahan gambut yang potensial masih bisa digunakan sebagai areal kelapa sawit adalah seluas 5,6 juta hektar. Namun secara umum lahan-lahan marginal tersebut memiliki sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah mineral. Oleh karena itu penggunaan lahan marginal sebagai lahan perkebunan kelapa sawit membutuhkan berbagai macam material yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah tersebut.

Mikoriza merupakan salah satu material yang dapat memperbaiki sifat-sifat tanah. Mikoriza dapat membantu meningkatkan penyerapan unsur fosfor bagi tanaman. Beberapa hasil penelitian mengemukakan bahwa simbiosis mikoriza dengan inangnya dapat mengakibatkan serapan unsur hara yang baik, terutama pada tanaman yang tumbuh pada lahan-lahan marginal dengan tingkat kesuburan tanah yang ekstrim. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Widiastuti *et al.* (2006) bahwa simbiosis mikoriza dengan tanaman kelapa sawit dapat meningkatkan serapan unsur fosfor, memperbaiki sistem perakaran, dan memineralisasikan fosfor organik tanah. Kondisi yang demikian

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Donnarina Simanjuntak (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia
Email: simanjuntakdonna@yahoo.com

menguntungkan bagi tanaman. Dengan adanya aplikasi mikoriza di lahan marginal diharapkan dapat menghasilkan pertumbuhan kelapa sawit yang baik.

Peranan mikoriza yang lain yaitu menghambat perkembangan penyakit. Hasil penelitian Kartika *et al.* (2006) menjelaskan bahwa mikoriza yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. berperan sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanaman. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa dari tanah mineral dan gambut, populasi dan keanekaragaman mikoriza umumnya didominasi oleh genus *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, dan *Scutellospora*.

MENGENAL MIKORIZA

Istilah mikoriza dikemukakan pertama kali oleh A. B. Frank pada tahun 1885 di Jerman. Mikoriza adalah suatu struktur sistem perakaran yang terbentuk sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualistik jamur (*myces*) dengan perakaran (*rhyza*) tumbuhan tingkat tinggi. Di Indonesia keberadaan mikoriza telah dilaporkan sejak tahun 1930 oleh Roeloffs pada akar *Pinus merkusii* dan kemudian diteliti lebih lanjut sejak tahun 1967 oleh para ahli kehutanan pada berbagai tanaman lain (Mansur, 2011).

Berdasarkan struktur tumbuh dan cara infeksi pada sistem perakaran tanaman inang (*host*), mikoriza dikelompokkan ke dalam 2 golongan besar yaitu: ektomikoriza dan endomikoriza (Brundrett *et al.*, 1996). Ektomikoriza merupakan mikoriza yang mengkolonisasi permukaan luar tanaman dan diantara sel-sel apeks akar. Contoh ektomikoriza adalah *Boletellus*, *Boletus*, *Pisolithus*, dan *Laccaria* (Rinaldi *et al.*, 2008). Jenis yang kedua adalah endomikoriza yang mengkolonisasi bagian dalam akar tanaman berada di dalam dan diantara sel-sel apeks akar, misalnya adalah *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, dan *Entrophospora* (Mardatin, 2011). Secara umum, ektomikoriza maupun endomikoriza sama-sama bermanfaat dalam meningkatkan daya hidup dan pertumbuhan bibit tanaman, khususnya di lahan marginal (Mansur, 2011).

Asosiasi mikoriza dengan tanaman inangnya berbeda dengan asosiasi jamur lain, karena mikoriza memiliki asosiasi yang lebih erat yaitu menggunakan penghubung khusus sebagai penukar materi yang ada di dalam sel-sel akar (Nehls *et al.*, 2001; Feffer *et al.*, 2001). Mikoriza juga mampu berinteraksi dengan

bakteri yang ada dalam tanah yang dapat mempengaruhi perkembangan dan kestabilan simbiosisnya. Interaksi antara mikoriza dengan bakteri penambat nitrogen *Rhizobium* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Enterobacter* sp., dan *Bacillus subtilis* merupakan contoh sinergis positif antara mikoriza dengan bakteri tanah (Hameeda *et al.*, 2007).

Mikoriza memiliki kemampuan utama dalam meningkatkan penyerapan unsur hara makro dan mikro. Banyak bentuk unsur hara yang tidak tersedia bagi tanaman dan mikoriza mampu menyerap unsur hara tersebut dan mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia. Mikoriza juga mampu meningkatkan luas permukaan areal penyedia unsur hara. Hal ini disebabkan oleh ukuran hifa-hifa yang jauh lebih tipis dan sangat panjang dibandingkan akar tanaman sehingga hifa tersebut bisa masuk ke dalam pori-pori tanah tempat unsur hara tersimpan (Riniarti, 2011).

Di sisi lain, mikoriza juga bermanfaat untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan. Meningkatnya ketahanan tanaman terhadap kekeringan yang menyebabkan rusaknya jaringan korteks tidak akan bersifat permanen pada akar yang bermikoriza. Akar tersebut akan cepat pulih karena hifanya masih mampu menyerap air lebih banyak dari dalam pori tanah sehingga akar yang bermikoriza memiliki toleransi titik layu permanen lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tidak diaplikasikan mikoriza (Valentine *et al.*, 2004).

Keunggulan lain yang dimiliki mikoriza yaitu mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen. Mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi saat terjadinya infeksi penyakit akar. Perlindungan ini terjadi karena adanya lapisan hifa dan antibiotik yang dikeluarkan oleh mikoriza. Hifa pelindung ini tersusun rapat dan membentuk beberapa lapisan yang kemudian membungkus akar tanaman sehingga penyakit tidak langsung bersentuhan dengan akar. Lapisan hifa ini menjadi penghalang masuknya penyakit akar (Riniarti, 2011).

Kemampuan lain yang dimiliki mikoriza adalah menghasilkan beberapa zat pengatur tumbuh seperti hormon auksin, sitokinin, giberelin, dan vitamin yang bermanfaat untuk inangnya. Auksin yang dihasilkan dapat berfungsi untuk mencegah atau menghambat proses penuaan dan sub-aerasi akar sehingga umur dan fungsi akar dapat diperpanjang (Santoso *et al.*, 2007). Ada juga beberapa spesies mikoriza yang

mampu menghasilkan tubuh buah yang dapat dimakan oleh manusia (*edible mushroom*) sehingga memberikan hasil hutan non-kayu yang bernilai ekonomi dan bergizi tinggi (Hall *et al.*, 2003).

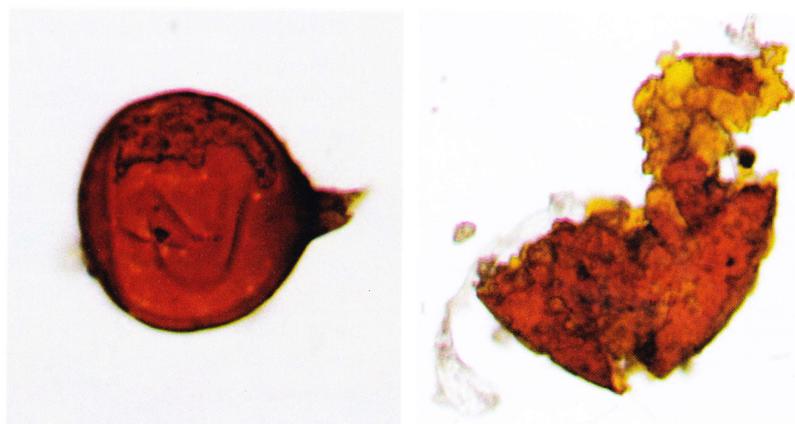
Aplikasi mikoriza telah lama digunakan untuk membantu pertumbuhan tanaman dan produktivitas tanaman hortikultura seperti cabe, pisang, nangka, tomat, wortel, dan stroberi. Akan tetapi aplikasi mikoriza untuk tanaman perkebunan pun juga sudah banyak digunakan, seperti di tanaman kakao, kopi, karet, dan kelapa sawit (Mansur, 2011).

MANFAAT MIKORIZA DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Pada tanaman kelapa sawit, mikoriza banyak diteliti oleh berbagai institusi, baik milik pemerintah

maupun swasta. Penerapan hasil-hasil penelitiannya di lapangan pun juga sudah pernah dilakukan. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) telah melakukan penelitian eksplorasi, menghitung jumlah mikoriza pada sampel tanah mineral dan tanah marginal, serta menganalisis manfaat aplikasi mikoriza bagi pertumbuhan vegetatif tanaman di pembibitan kelapa sawit.

Salah satu eksplorasi mikoriza yang pernah diteliti adalah pada tanah mineral dan gambut yang berasal dari daerah kabupaten Langkat dan Labuhan Batu Selatan, Sumatera Utara. Dari dua kabupaten tersebut, ditemukan bahwa jumlah propagul mikoriza di tanah mineral jauh lebih banyak dibanding di tanah gambut (Tabel 1). Dari dua kabupaten tersebut hampir semua mikoriza yang ditemukan adalah jenis *Glomus* sp (Gambar 1).



Gambar 1. Propagul endomikoriza jenis *Glomus* sp.

Tabel 1. Hasil eksplorasi mikoriza dari tanah mineral dan gambut.

Jenis tanah	Vigor tanaman kelapa sawit yang menjadi areal pengambilan sampel	Lokasi (kabupaten)	Rata-rata jumlah propagul mikoriza per 50 gram tanah (propagul)
Mineral	Sehat	Langkat	338
Mineral	Sakit terserang <i>Ganoderma</i>	Langkat	121
Mineral	Sehat	Labusel	112
Mineral	Sakit terserang <i>Ganoderma</i>	Labusel	110
Mineral	Sehat/Bokasi (pupuk organik)	Labusel	118
Gambut	Sehat	Labusel	29

Keterangan: Labusel : kabupaten Labuhan Batu Selatan

Soepardi (1979) menyebutkan, bahwa secara umum sifat kimia tanah gambut didominasi oleh asam-asam organik yang merupakan hasil akumulasi sisa-sisa tanaman. Asam organik yang dihasilkan selama proses dekomposisi tersebut merupakan bahan yang bersifat toksik bagi tanaman, sehingga mengganggu proses metabolisme tanaman yang akan berakibat langsung terhadap produktifitasnya. Dengan sifat-sifat tanah yang bersifat toksik tersebut, pada umumnya jumlah mikoriza di tanah gambut lebih sedikit daripada di tanah mineral. Tanah yang banyak mengandung mikoriza meningkatkan proses penyerapan unsur hara yang lebih baik daripada tanah yang sedikit atau sama sekali tidak mengandung mikoriza.

Pemberian unsur hara yang normal pada tanah gambut tidak cukup merangsang aktivitas mikroorganisme tanah karena mikroorganisme juga memerlukan lingkungan yang sesuai yang biasanya mengarah kepada reaksi netral (Adiwiganda, 1996). Sementara itu secara fisik tanah gambut bersifat lebih berpori dibandingkan tanah mineral sehingga mengakibatkan cepatnya pergerakan air yang belum terdekomposisi dengan sempurna sehingga jumlah air yang tersedia bagi tanaman sangat terbatas. Hal inilah yang menjadi dugaan alasan sedikitnya jumlah propagul mikoriza yang ditemukan di tanah gambut.

Secara umum, dari tanah mineral tersebut ditemukan bahwa pada tanaman kelapa sawit sehat lebih banyak mengandung mikoriza dibanding dengan tanaman kelapa sawit yang sakit (Tabel 1). Hal ini terjadi karena semakin banyaknya mikoriza yang

berkumpul pada suatu tanaman dapat membuat vigor tanaman yang diinfeksi menjadi sehat. Seperti yang dijelaskan oleh Riniarti (2011), bahwa fungsi dari mikoriza itu sendiri adalah dapat membantu penyerapan unsur hara baik yang tersedia maupun yang tidak tersedia bagi tanaman, sehingga tanaman pun menjadi lebih subur karena mendapat bantuan langsung dari mikoriza.

Pengujian mikoriza terhadap pertumbuhan vegetatif telah juga dilakukan di pembibitan kelapa sawit. Aplikasi mikoriza dengan dosis 0 – 150 gram di *pre-nursery* kemudian dilanjutkan aplikasi mikoriza kedua sebanyak 100 gram di *main-nursery* menghasilkan rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan tanpa aplikasi mikoriza (Tabel 2). Semakin tinggi dosis mikoriza yang diaplikasikan, maka pertumbuhan tinggi dan jumlah daun bibit kelapa sawit menjadi lebih baik sampai umur bibit 10 bulan (Gambar 2).

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan 150 gram mikoriza di *pre-nursery* yang diikuti dengan 100 gram di *main-nursery* merupakan dosis aplikasi yang paling baik untuk meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Brundrett (2002) bahwa jamur mikoriza arbuskular memiliki kemampuan meningkatkan penyerapan unsur hara baik unsur hara makro maupun mikro, hingga menyebabkan akar bertambah banyak, tanaman bertambah tinggi, dan melindungi bibit sejak dini terhadap kemungkinan infeksi patogen.

Tabel 2. Hasil pengukuran vegetatif bibit kelapa sawit umur 10 bulan setelah aplikasi mikoriza.

Dosis mikoriza (gram)		Pengamatan vegetatif tanaman	
PN	MN	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun
0	100	146,22 a	17,56 a
30	100	147,69 a	17,59 a
50	100	152,23 ab	17,59 a
100	100	160,12 bc	18,12 b
150	100	170,18 c	18,30 b

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata $\alpha = 5\%$.



Gambar 2. Pertumbuhan bibit kelapa sawit umur 10 bulan: (a) tanaman yang diberi 150 gram mikoriza (b) tanaman yang tidak diberi mikoriza.

Pengujian lain juga pernah dilakukan sebelumnya di PPKS, yaitu aplikasi mikoriza yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. dan pupuk NPKMg (12:12:17:2) pada pembibitan kelapa sawit. Tujuan dari pengujian ini

yaitu untuk mengetahui manfaat kombinasi mikoriza dengan *Trichoderma* sp. dan pupuk NPKMg dalam menghambat infeksi penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense*.

Tabel 3. Perlakuan kombinasi mikoriza dengan *Trichoderma* sp. pada bibit umur 10 bulan.

Perlakuan	Kejadian Penyakit <i>Ganoderma</i> (%)
G0P0	0,0 a
G1P0	30,0 c
G0P1	0,0 a
G1P1	0,0 a
G0P2	0,0 a
G1P2	1,0 a
G0P0P1	0,0 a
G1P0P1	3,0 a
G0P0P2	0,0 a
G1P0P2	17,0 b
G0P1P2	0,0 a
G1P1P2	0,0 a
G0P0P1P2	0,0 a
G1P0P1P2	5,0 a

Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata $\alpha = 5\%$.

Keterangan: P1 (mikoriza), P2 (*Trichoderma*), P0 (NPKMg (12:12:17:2)), G0 (tanpa *Ganoderma*), G1 (dengan *Ganoderma*). Dosis mikoriza 10 gr pada pre-nursery dan 40 gr pada main-nursery.



Gambar 3. Gejala penyakit akibat infeksi *Ganoderma*: tanaman mengalami klorosis (kehilangan zat hijau daun) dan akhirnya menjadi nekrotik (kematian sel tanaman) (a); di sekitar pangkal batang tumbuh tubuh buah *Ganoderma* (b).

Pada pengamatan kejadian penyakit *Ganoderma* menunjukkan bahwa perlakuan kontrol positif (diinokulasi *Ganoderma* dan tanpa mikoriza) memiliki kejadian penyakit paling tinggi yaitu 30% dibanding perlakuan lainnya (Tabel 3). Infeksi *Ganoderma* pada perlakuan kontrol positif tersebut terlihat khas yaitu terjadinya gejala nekrosis pada daun tanaman dan di sekitar pangkal batang tumbuh tubuh buah *Ganoderma* (Gambar 3). Perlakuan kombinasi mikoriza dengan *Trichoderma* memberikan kejadian penyakit paling rendah yaitu 0%.

Tanaman yang diaplikasikan mikoriza, baik dengan perlakuan kombinasi maupun tunggal tanpa kombinasi dengan *Trichoderma* mengalami proses penghambatan terjadinya infeksi penyakit yang lebih baik (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan Kartika *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa perlakuan kombinasi *Trichoderma* dengan mikoriza bermanfaat sebagai agens hayati penyakit busuk pangkal batang.

KESIMPULAN

Tanah mineral di kabupaten Langkat dan Labuhan Batu Selatan memiliki jumlah propagul mikoriza lebih banyak dibanding pada tanah gambut, dengan spesies mikoriza yang umum ditemukan adalah *Glomus* sp. Aplikasi 150 gram mikoriza di *pre-nursery* yang dilanjutkan dengan 100 gram di *main-nursery* merupakan dosis yang paling baik untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Selain meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, mikoriza juga bermanfaat dalam menghambat perkembangan

infeksi patogen *Ganoderma* selama 10 bulan di pembibitan kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini dapat terwujud berkat kerjasama dengan berbagai pihak, antara lain BPPT, PT. Perkebunan Nusantara IV, PT. Asam Jawa, PT. Hidayah Nur Wahana. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut. Semoga bermanfaat bagi dunia kelapa sawit Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda, R. 1996. Tanah Gambut dan Pengelolaannya untuk Perkebunan Kelapa sawit. PPKS.
- Amalia, R., M.A. Agustira, dan T. Wahyono. 2012. Statistik industri kelapa sawit 2012. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove, and N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.
- Brundrett, M.C. 2002. Coevolution Of Roots And Mycorrhizas Of Land Plants. *New Phytologist* 154: 75–304.
- Feffer, P.E., B. Bago, and Y. Shachar-Hill. 2001. Exploring mycorrhizal function with NMR spectroscopy. *New Phytologist* 150: 543–553.

- Hall, I.A., W. Yun, and A. Amicucci. 2003. Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. *Trends in Biotechnology*. 21: 433 – 438.
- Hameeda, B., M. Srijana, O.P. Rupela, and G. Reddy. 2007. Effect of bacteria isolated from composts and macrofauna on sorghum growth and mycorrhizal colonization. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 23 (6): 883-887.
- Kartika, E.S., Yahya, dan S. Wilarso. 2006. Isolasi, karakterisasi dan pemurnian cendawan mikoriza arbuskular dari dua lokasi perkebunan kelapa sawit (bekas hutan dan bekas kebun karet). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 14: 145-155.
- Mansur, I. 2011. Membangun usaha pertanian (dalam arti luas) yang mandiri dan kompetitif: menggali teknologi mikoriza yang masih terkubur. Makalah pada Workshop dan Seminar Nasional Mikoriza: Pupuk dan Pestisida Hayati Pendukung Pertanian Berkelanjutan yang Ramah Lingkungan. Lampung 20 – 21 Juli 2011. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Asosiasi Mikoriza Indonesia, dan SEAMEO BIOTROP.
- Mardatin, N.F. 2011. Teknik identifikasi fungi mikoriza arbuskula. Makalah pada Workshop dan Seminar Nasional Mikoriza: Pupuk dan Pestisida Hayati Pendukung Pertanian Berkelanjutan yang Ramah Lingkungan. Lampung 18 – 19 Juli 2011. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Asosiasi Mikoriza Indonesia, dan SEAMEO BIOTROP.
- Nehls, U., S. Mikolajewski, E. Magel, and R. Hampp. 2001. Carbohydrate Metabolism In Ectomycorrhizas: Gene Expression, Monosaccharide Transport And Metabolic Control. *New Phytologist* 150, 533–541.
- Rinaldi, A.C., O. Comandini, and T.W. Kuyper. 2008. Ectomycorrhizal fungal diversity. Separating wheat from the chaff. *Fungal Diversity* 33: 1- 45.
- Riniarti, M. 2011. Pengenalan ektomikoriza dan pemanfaatannya. Makalah pada Workshop dan Seminar Nasional Mikoriza: Pupuk dan Pestisida Hayati Pendukung Pertanian Berkelanjutan yang Ramah Lingkungan. Lampung 18 – 19 Juli 2011. Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Asosiasi Mikoriza Indonesia, dan SEAMEO BIOTROP.
- Santoso, E., M. Turjaman, dan R.S.B. Irianto. 2007. Aplikasi mikoriza untuk meningkatkan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan terdegradasi. Di dalam: Siran AS, Bismark M, Samsudin I, Suhaendi H, Pratiwi, Haryono, Murdiah, editor. *Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Alam*. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian. Padang, 20 Sept. 2006. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Hlm. 71 – 80.
- Soepardi. 1979. Sifat dan Ciri Tanah I. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Subagyo, Marsoedi, dan S. Karama. 1996. Prospek pengembangan lahan gambut untuk pertanian dalam seminar pengembangan teknologi berwawasan lingkungan untuk pertanian pada lahan gambut. 26 September 1996. Bogor.
- Subardja, D., L. Irsal, dan A. Saleh. 2006. Distribution of land potential for oil palm extensification in Indonesia. *International Oil Palm Conference*. Bali 19 – 23 June 2006. 7p.
- Valentine, L.L., T.L. Fiedler, A.N. Hart, C.A. Petersen, H.K. Berninghausen, and D. Southworth. 2004. Diversity of ectomycorrhizas associated with *Quercus garryana* in southern Oregon. *Can J Bot* 82: 123 – 135.
- Widiastuti, H., Suharyanto, A. Susanto, Sugiyono, Rais, and Budi. 2006. Assessment of the effectiveness of AM fungal as active agent of biofertilizer and in combination with *Trichoderma* as biocontrol for oil palm seedling under commercial scale production. *Prociding International Oil Palm Conference 2006*. Indonesian Oil Palm Research Institute.