

KETERGANTUNGAN TANAMAN TERHADAP MIKORIZA SEBAGAI KAJIAN POTENSI PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA BUDIDAYA TANAMAN BERKELANJUTAN

Oetami Dwi Hajoeningtjas

Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuhwaluh PO Box 202 Purwokerto 53182

ABSTRAK

Mikoriza adalah struktur sistem perakaran yang tertentu sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualis antara cendawan (*myces*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan tingkat tinggi. Konsep ketergantungan tanaman akan mikoriza adalah tingkat relatif dimana tanaman tergantung pada keberadaan cendawan mikoriza untuk mencapai pertumbuhannya yang maksimum pada tingkat kesuburan tanah tertentu

Setelah melalui kajian mendasar dari pustaka terkait dan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat digarisbawahi beberapa hal yang bisa dijadikan pertimbangan dalam melakukan kegiatan budidaya tanaman yang mengarah pada pertanian berkelanjutan dengan mendayakanfaatkan potensi mikoriza, di antaranya:

Berkaitan dengan pengembangan keilmuan, masih kurangnya informasi tentang ketergantungan tanaman terhadap mikoriza untuk beberapa tanaman di Indonesia, maka penelitian tentang hal ini masih perlu dilakukan. Diharapkan hasil-hasil penelitian yang ada lebih diarahkan pada tanaman-tanaman dengan nilai ekonomi tinggi, atau tanaman-tanaman yang merupakan kebutuhan 'prioritas' masyarakat pada umumnya. Sehingga upaya ke arah pengembangan pertanian berkelanjutan dapat lebih cepat tercapai.

Selanjutnya, dapat dikemukakan bahwa ketergantungan tanaman terhadap mikoriza dapat digunakan sebagai pertimbangan mendasar potensi pendayamanfaatan mikoriza pada budidaya tanaman berkelanjutan.

Kata kunci : ketergantungan mikoriza, potensi mikoriza, pertanian berkelanjutan

PENDAHULUAN

Simbiotik mutualisme atau sering disebut kerjasama saling menguntungkan antara tanaman inang dan mikroba tanah merupakan dasar pokok dalam mengembangkan bioteknologi mikroba simbiotik. Inang,

dalam pertumbuhan hidupnya mendapatkan sumber makanan yang lebih banyak dari dalam tanah dengan bantuan penyerapan lebih luas dari organ-organ mikroba pada sistem perakaran dibandingkan yang diserap oleh rambut akar biasa. Nutrisi utama

yang diserap adalah Fosfor (P) dan juga termasuk Nitrogen (N), kalium (K) dan unsur mikro lain seperti Zn, Cu dan B. Melalui proses enzimatik, nutrisi yang terikat kuat dalam ikatan senyawa kimia seperti aluminium (Al) dan besi (Fe), dapat diuraikan dan dipecahkan dalam bentuk tersedia bagi inang. Karena hanya inang yang berfotosintesa, sebagai imbalannya, sebagian hasil fotosintat (berupa karbohidrat cair) yang dimasak pada daun berklorofil didistribusikan ke bagian akar inang, dan tentunya mikroba tanah di jaringan korteks akar inang mendapatkan aliran energi untuk hidup dan berkembangbiak di dalam tanah. Dari kegiatan barter antara mikroba dan inang, maka proses simbiosis mutualistik berlangsung terus menerus dan saling menguntungkan seumur hidup inang (Anonim, ----).

Mikoriza adalah struktur sistem perakaran yang tertentu sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualis antara cendawan (*myces*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan tingkat tinggi. Atau pengertian lain yang menyatakan bahwa

mikoriza merupakan asosiasi cendawan tertentu dengan akar tanaman yang membentuk suatu jalinan interaksi yang kompleks. Cendawan mikoriza mampu menyerang organ-organ tanaman di bawah tanah, hidup bertahan dengan unsur-unsur organiknya, tetapi sel-sel tanaman akan pulih kembali dan pada gilirannya akan mempersingkat miselium cendawan (Mulyani, *dkk.*, 1996). Dalam hubungan ini bagian-bagian tanaman yang ada di bawah tanah (akar tanaman) dan miselium cendawan seakan-akan membentuk suatu asosiasi, yang seringkali menguntungkan kedua pihak. Hubungan demikian menjadikan cendawan ini dikenal dengan mikoriza atau cendawan akar.

Nama mikoriza pertama kali dikemukakan oleh ilmuwan Jerman Frank pada tanggal 17 April 1885. Tanggal ini kemudian disepakati oleh para pakar sebagai titik awal sejarah mikoriza. Nuhamara (1993) dalam Subiksa (2002) mengatakan bahwa mikoriza adalah suatu struktur yang khas yang mencerminkan adanya interaksi

fungsional yang saling menguntungkan antara suatu *autobion*/tumbuhan tertentu dengan satu atau lebih galur *mikrobion* dalam ruang dan waktu. Struktur yang terbentuk dari asosiasi ini tersusun secara beraturan dan memperlihatkan spektrum yang sangat luas, baik dalam hal tanaman inang, jenis cendawan maupun penyebarannya. Mikoriza tersebar dari *arcticundra* sampai ke daerah tropis dan dari daerah bergurun pasir sampai ke hutan hujan yang melibatkan 80% dari jenis tumbuhan yang ada.

Dengan melihat persentase di atas, menunjukkan bahwa sebagian besar tumbuhan berpotensi terlibat dengan mikoriza. Keterlibatan ini ternyata tidak semata-mata interaksi biasa, tetapi dari uraian berikut ini akan nampak betapa pentingnya adanya mikoriza bagi tumbuhan. Tetapi tentu saja hal ini akan dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya yang dapat dilihat melalui ketergantungan tumbuhan terhadap mikoriza itu sendiri. Diharapkan dengan kajian berikut akan semakin meyakinkan kita

semua tentang potensi mikoriza, terutama bila dikaitkan dengan arah pertanian yang berkelanjutan.

Peran Penting Mikoriza bagi Tumbuhan

Berdasarkan struktur tumbuh dan cara infeksi pada sistem perakaran inang (*host*), mikoriza dikelompokkan ke dalam 2 golongan besar yaitu ekotomikoriza dan endomikoriza. Di dalam kelompok endomikoriza terdapat enam subtype yaitu: mikoriza arbuscula, ectendo, arbutoid, ericoid dan orchid. Tipe arbuscula, akhir-akhir ini menjadi perhatian para ahli lingkungan dan biologis, karena fungsinya dalam membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman pada lahan-lahan marginal.

Tanaman inang dimanfaatkan cendawan sebagai makanan. Keuntungan bagi tanaman inang yaitu : (1) permukaan akar bertambah efektif dalam penyerapan nutrisi dan air, (2) fungsi akar menjadi lebih luas, (3) toleransi terhadap kekeringan dan ppanas bertambah, (4) sumbangan nutrisi tanah lebih tersedia dan (5)

terhambatnya infeksi oleh organisme penyakit. Sehingga cendawan mikoriza diperkirakan di masa mendatang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas, dan kualitas tanaman terutama yang ditanam pada lahan-lahan marginal yang kurang subur. Lebih lanjut dapat diuraikan peran biologis yang cukup penting dari cendawan mikoriza, yaitu:

a. Perbaikan nutrisi tanaman dan peningkatan pertumbuhan

Cendawan ini mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman, serta telah banyak dibuktikan mampu memperbaiki nutrisi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Jacobsen (1992) mengemukakan bahwa masuknya P ke akar melalui tiga tahap yakni penyerapan oleh hifa, translokasi dalam hifa dan transfer ke dalam akar yang bersimbiotik. Selanjutnya dikatakan pula bahwa fosfor yang dikirim oleh hifa tersebut dalam bentuk *polyphosphate* dan laju translokasi dipengaruhi oleh

tingkat konsentrasi dan aliran *cytoplasmic*.

b. Sebagai pelindung hayati (*bio-Protection*)

Selain perbaikan nutrisi (terutama fosfat) telah banyak dilaporkan bahwa CMA juga mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan patogen tular tanah, di antaranya *Plasmodiophora brassicae* penyebab penyakit akar gada pada caisin (Hajoningtjas dan Budi, 2005). Selain itu, mikoriza juga dapat melindungi tanaman dari eksesi unsur tertentu yang bersifat racun seperti logam berat (Killham, 1994 dalam Subiksa, 2002), sehingga biofertilizer mikoriza berpotensi digunakan pada bioremediasi tanah tercemar logam berat (Hajoningtjas, 2005). Cendawan mikoriza arbuskula spesies *Gigaspora margarita* mempunyai toleransi yang tinggi pada media tanam dengan kandungan Pb tinggi (Hajoningtjas dan Purnawanto, 2004) dan masih mampu bertahan pada pemberian Zn dalam media tanam sampai 500 mg/g (Hajoningtjas dan Purnawanto, 2007).

Sedangkan spesies *Glomus mosseae* yang bersimbiosis dengan tanaman jagung dengan media yang ditambahkan garam CdCl₂ sampai dengan 8 mg/polybag, masih mampu bertahan hidup (Surtiningsih, 2001). Selain itu diduga ada kemungkinan kontrol cendawan mikoriza terhadap serapan logam pada tanaman dari tanah terpolusi logam berat sehingga menurunkan efek fitotoksiknya (Weissenhorn, *dkk.*, 1992).

c. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap kekeringan

Telah banyak dilaporkan bahwa tipe cendawan ini mampu meningkatkan resistensi tanaman terhadap kekeringan (Gupta, 1991 *dalam* Setiadi, 2007), sehingga penggunaannya dianggap sebagai cara yang efisien untuk membantu pertumbuhan tanaman reboisasi pada daerah-daerah yang kurang hujan (semi arid).

d. Terlibat dalam siklus bio-geo-kimia

Di alam, keberadaan CMA dapat mempercepat terjadinya suksesi secara alami pada habitat-habitat yang mendapat gangguan ekstrim. Selain itu

keberadaannya mutlak diperlukan karena berperan penting dalam mengefektifkan daur ulang unsur hara (*nutrients cycle*) sehingga dianggap sebagai alat yang paling efektif untuk mempertahankan stabilitas ekosistem hutan dan keanekaragaman hayati. Hal ini juga dianggap penting untuk menjaga terjadinya penurunan tingkat produktivitas lahan pada lahan-lahan Hutan Tanaman Industri pada rotasi ke dua (Setiadi, 2007).

e. Sinergis dengan mikro-organisme lain

Diantaranya dengan jasad-jasad selulolitik seperti *Trichoderma* sp. Berdasarkan kemampuannya tersebut, maka CMA dapat berfungsi untuk meningkatkan biodiversitas mikroba potensial di sekitar perakaran tanaman (*rhyzosphere*).

f. Mempertahankan keanekaragaman tumbuhan

Fungsi yang paling menonjol dari CMA dibandingkan dengan tipe-tipe cendawan mikoriza lainnya, adalah kemampuannya untuk berasosiasi dengan hampir 90% jenis-jenis tanaman. Sehingga CMA berperan

penting dalam mempertahankan stabilitas keanekaragaman tumbuhan dengan cara transfer nutrisi dari satu akar tanaman ke akar tanaman yang lain yang berdekatan melalui struktur yang disebut dengan '*bridge hypha*' (Allen and Allen, 1992 dalam Setiadi, 2007). Dengan demikian, maka aplikasi CMA tidak terbatas untuk pola tanaman monokultur saja, tetapi dapat diintegrasikan dalam suatu unit manajemen pola tanaman campuran seperti agroforestri (tumpangsari, alley cropping, sistem lorong), agrosilvapastura dan pola-pola tanaman campuran lainnya.

Ketergantungan Tanaman terhadap Mikoriza

Hubungan timbal balik antara cendawan mikoriza dengan tanaman inangnya mendatangkan manfaat positif bagi keduanya (simbiosis mutualistik). Karenanya inokulasi cendawan mikoriza dapat dikatakan sebagai 'biofertilization', baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman kehutanan (Killham, 1994 dalam Subiksa, 2002). Bagi

tanaman inang, adanya asosiasi ini, dapat memberikan manfaat yang besar bagi pertumbuhannya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, cendawan mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk. Sedangkan secara langsung, cendawan mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik. Nuhamara (1994) mengatakan sedikitnya ada 5 hal yang dapat membantu perkembangan tanaman dari adanya mikoriza yaitu:

1. Mikoriza dapat meningkatkan absorpsi hara dari dalam tanah.
2. Mikoriza dapat berperan sebagai penghalang biologi terhadap infeksi patogen akar.
3. Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrim.
4. Meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auxin.

5. Menjamin terselenggaranya proses biogeokemis.

Dalam kaitannya dengan pertumbuhan tanaman, Plencete *et al* (1997) dalam Subiksa (2002) mengusulkan suatu formula yang dikenal dengan istilah “*relatif field mycorrhizal dependency*” (RFMD):

$$\text{RFMD} = \left(\frac{\text{BK. Tan. bermikoriza} - \text{BK. Tan. tanpa mikoriza}}{\text{BK. Tan. tanpa mikoriza}} \right) \times 100 \%$$

Namun demikian, respon tanaman tidak hanya ditentukan oleh karakteristik tanaman dan cendawan, tapi juga oleh kondisi tanah dimana percobaan dilakukan. Efektivitas mikoriza dipengaruhi oleh faktor lingkungan tanah yang meliputi faktor abiotik (konsentrasi hara, pH, kadar air, temperatur, pengolahan tanah dan penggunaan pupuk/pestisida) dan faktor biotik (interaksi mikrobial, spesies cendawan, tanaman inang, tipe perakaran tanaman inang, dan kompetisi antar cendawan mikoriza). Adanya kolonisasi mikoriza tapi respon tanaman yang rendah atau tidak ada sama sekali menunjukkan bahwa

cendawan mikoriza lebih bersifat parasit (Solaiman dan Hirata, 1995).

Menurut Nusantara (2007), untuk menentukan efektivitas inokulan indikator-indikator penilainnya mulai dari indikator morfologi, biokimia sampai molekuler. Beberapa indikator morfologis yang dapat ditentukan diantaranya TPAM, TKPM, SPS dan lainnya. Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza (TPAM) atau *mycorrhizal growth responses* (MGR) dapat dihitung berdasarkan bobot kering total setiap tanaman yang dikolonisasi CMA (WM) dan rerata bobot kering tanaman yang tidak dikolonisasi CMA (WNM) pada saat panen, menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ TPAM} = \left(\frac{\text{WM} - \text{WNM}}{\text{WNM}} \right) \times 100$$

Berdasarkan manfaat tersebut di atas, maka mikoriza mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan dalam rangka membantu keberhasilan revegetasi pada lahan-lahan marginal. Beberapa faktor yang perlu

diperhatikan dalam rangka penggunaan teknologi mikoriza pada tanaman agar dapat memberikan manfaat yang optimal, adalah diuraikan sebagai berikut : Ketergantungan tanaman terhadap mikoriza (Mycorrhizal Dependency), penggunaan isolate-isolat cma yang telah teruji efektif, faktor waktu dan cara inokulasi, serta cara memproduksi inokulum mikoriza dan aplikasinya.

Telah disebutkan bahwa CMA dapat berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman. Tiap jenis tanaman juga dapat berasosiasi dengan satu atau lebih jenis CMA. Walaupun demikian, hal penting yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan mikoriza untuk benih tanaman adalah, bahwa tidak semua jenis tanaman dapat memberikan respon pertumbuhan positif terhadap inokulasi mikoriza, hal ini sangat tergantung dari tingkat "*mycorrhizal dependency*" dari tanaman tersebut.

Setiadi (2007) dalam makalahnya mengungkapkan bahwa konsep ketergantungan tanaman akan mikoriza adalah tingkat relatif dimana

tanaman tergantung pada keberadaan cendawan mikoriza untuk mencapai pertumbuhannya yang maksimum pada tingkat kesuburan tanah tertentu (Habte dan Manyunath, 1991). Tanaman yang mempunyai tingkat ketergantungan tinggi pada keberadaan mikoriza, biasanya kan menunjukkan respon pertumbuhan yang nyata terhadap inokulasi mikoriza, dan sebaliknya tidak dapat tumbuh dengan sempurna tanpa adanya asosiasi dengan mikoriza (de La Cruz, 1991). Tingkat ketergantungan tanaman terhadap mikoriza selain ditentukan oleh tanaman itu sendiri, juga akan ditentukan oleh kandungan fosfat dalam tanah dan jenis isolat cendawan yang dipakai (Dodd and Jeffries, 1991).

Tingkat ketergantungan tanaman hortikultura terhadap mikoriza telah diketahui. Sebagai contoh tanaman jeruk, papaya dan anggur sangat ekstrim tergantung pada mikoriza. Respon pertumbuhannya dapat mencapai 1200-1300% lebih besar dibandingkan dengan yang tidak bermikoriza. Jenis-jenis tanaman lain

yang menunjukkan respon terhadap inokulasi mikoriza adalah jagung, mungbean (*Vigna radiata*), kacang tanah, kedelai, terung, jambu (*Psidium guajava*), ketela pohon, asparagus dan alpukat (Tambalo, 1991; Sieverding, 1991 *dalam* Setiadi, 2007). Selain itu dapat dilihat tingkat ketergantungan beberapa tanaman terhadap mikoriza pada tabel berikut.

spesies cendawan mikoriza dapat mengkolonisasi dan efektif pada jagung dan kedelai (Simanungkalit, 1997; Lukiwati dan Simanungkalit, 1999 *dalam* Saraswati dan Sumarno, 2008). Tanaman dengan akar besar lebih tergantung pada mikoriza daripada tanaman dengan sistem akar yang memiliki rambut akar banyak dan panjang (Baylis, 1970 *dalam* Saraswati dan Sumarno, 2008).

Tabel. Ketergantungan Beberapa Tanaman terhadap Mikoriza

Ketergantungan		
Besar	Medium	Kecil
Ubi kayu	Kedelai	Gandum
Jeruk (Citrus)	Jagung	<i>Barley</i>
Bawang merah	Sorgum	Kentang
Bawang pre	<i>Paspalum</i>	Padi
Kacang tunggak		
Asparagus		
<i>Stylosanthes guyanensis</i>		
<i>Pinus spp</i> (ektomikoriza)		
Sumber: Mosse (1986)		

Lebih lanjut dikatakan bahwa berbagai tanaman berbeda ketergantungannya terhadap mikoriza. Pada umumnya hubungan simbiosis antara tanaman dan fungi mikoriza tidak bersifat spesifik, tetapi memiliki spektrum yang luas. Sebagai contoh, 10

Cendawan mikoriza dapat bersimbiosis dengan tanaman pangan, hortikultura, kehutanan dan perkebunan (Saraswati dan Sumarno, 2008). Akan tetapi, masih kurangnya informasi tentang *mycorrhizal dependency* untuk beberapa tanaman di Indonesia

maka penelitian tentang hal ini perlu dilakukan (Setiadi, 2007).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan antara lain oleh Muas (2003), yang menunjukkan bahwa dua kultivar papaya (kultivar sari rona dan dampit) dapat berasosiasi dengan 5 spesies Cendawan Mikoriza Arbuskula (*Glomus manihotis*, *Gigaspora margarita*, *Scutellospora heterogama*, *Acaulospora tuberculata* dan *Glomus etunicum*). Jenis isolate *Acaulospora tuberculata* dan *Glomus etunicum* serta kultivar sari rona, secara mandiri memberikan nilai relative micorrhizal dependency (RMD) berturut-turut 89,18% dan 94,29%. Kultivar sari rona mempunyai nilai RMD lebih tinggi dibanding dampit. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan Cendawan Mikoriza Arbuskula mempunyai prospek yang baik untuk meningkatkan produktivitas papaya terutama pada lahan bereaksi masam dan rendah fosfor, namun masih diperlukan penelitian lebih lanjut.

Galur baru tanaman kedelai (UNIB 10, UNIB 15 UNIB 26)

memiliki derajat ketergantungan terhadap MVA yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lama (Slamet dan Sindoro) (Bertham, 2002). Selain itu hasil penelitian juga menunjukkan bahwa derajat ketergantungan galur baru tanaman kedelai terhadap MVA *Gigaspora margarita* lebih tinggi dibandingkan daripada *Glomus sp.*, dan galur UNIB-26 menunjukkan derajat ketergantungan tertinggi dibandingkan galur lain. Pembudiyaaan galur kedelai dengan demikian akan terkait dengan keberadaan CMA asli setempat dalam tanah ataupun hasil inokulasi. Sehingga perlu penelitian lebih mendalam mengenai ketergantungan tanaman kedelai, dan tanaman pertanian lain, terhadap jenis-jenis MVA yang ada di dalam tanah, khususnya tanah mineral masam (Bertham, 2002).

Selain itu juga telah dilakukan penelitian Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.), yang menunjukkan nilai 1,692 % (Hajoeningtjas, *dkk.*, 2009). Walaupun kecil, nilai TPAM ini

menunjukkan adanya ketergantungan tanaman buncis terhadap mikoriza.

Pada penelitian untuk mengetahui Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza tanaman jagung pada media tercemar logam berat Cd, Pb, Zn, diperoleh nilai TPAM sebesar 25,971% (pada pemberian mikoriza 200 gram per tanaman). Hal ini menunjukkan ketergantungan tanaman bermikoriza cukup tinggi dibandingkan tanaman yang tidak bermikoriza. Diduga kondisi ini dipengaruhi dosis fungi mikoriza yang diperlakukan, efektif menstimulir pertumbuhan tanaman pada media tercemar logam berat Cd, Pb dan Zn, yang ditunjukkan dengan nilai bobot kering brangkan tanaman (Hajoeningtjas dan Budi, 2008).

PENUTUP

Mengacu pada kajian di atas, dapat digarisbawahi beberapa hal yang bisa dijadikan pertimbangan dalam melakukan kegiatan budidaya tanaman yang mengarah pada pertanian berkelanjutan dengan

mendayamanfaatkan potensi mikoriza, di antaranya dengan pengembangan keilmuan. Masih kurangnya informasi tentang ketergantungan tanaman terhadap mikoriza untuk beberapa tanaman di Indonesia, maka penelitian tentang hal ini masih perlu dilakukan. Diharapkan hasil-hasil penelitian yang ada lebih diarahkan pada tanaman-tanaman dengan nilai ekonomi tinggi, atau tanaman-tanaman yang merupakan kebutuhan ‘prioritas’ masyarakat pada umumnya. Sehingga upaya ke arah pengembangan pertanian berkelanjutan dapat lebih cepat tercapai.

Selanjutnya, dapat dikemukakan bahwa ketergantungan tanaman terhadap mikoriza dapat digunakan sebagai pertimbangan mendasar potensi pendayamanfaatan mikoriza pada budidaya tanaman berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, ----, *Mikoriza Siap Menghijaukan Hutan dan Lahan Terdegradasi di Indonesia*, Leaflet, Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Koservasi Alam.

- Bertham., Rr. Yudhy Harini, 2002, Ketergantungan terhadap Mikoriza Vesikula Arbuskula dan Serapan Hara Fosfor Tiga Galur Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Tanah Ultisol Bengkulu, *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, Volume 4, No. 1, hal. 49-55. IPB, Bogor.
- Hajoeningtjas., O. D., 2005, Potensi Biofertilizer Mikoriza pada Bioremediasi Tanah Tercemar Logam Berat, *Agritech Vol. VII No. 1 Juni 2005*, Fakultas Pertanian, UMP.
- Hajoeningtjas., O. D., G. P. Budi, 2008, Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza Tanaman Jagung pada Media Tanam Tercemar Logam Berat Cd, Pb, Zn, *Biomath*, Vol. IX No. 1 Maret 2008, ISSN 1411-9277, Program Studi Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Purwokerto, hal. 75-83
- Hajoeningtjas., O. D., P. Amilda, A. Suyadi, 2009, Nilai Tanggap Pertumbuhan Akibat Mikoriza Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.), *Laporan Sementara Hasil Penelitian* (tidak dipublikasikan), Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Muas, I., 2003, Ketergantungan Dua Kultivar Pepaya terhadap Cendawan Mikoriza Arbuskula, *Abstrak*, Balai Penelitian Tanaman Buah, Bogor.
- Nusantara., Abimanyu D., 2007, Baku Mutu Inokulum Cendawan Mikoriza Arbuskula, *Makalah Workshop Mikoriza*, Konggres Nasional Mikoriza Indonesia II, 17-18 Juli 2007, Bogor.
- Saraswati., Rasti, Sumarno, 2008, Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah sebagai Komponen eknologi Pertanian, *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 3 No. 1-2008 (41-58), hal. 48.
- Setiadi., Y, 2007, Bekerja dengan Mikoriza untuk Daerah Tropik, *Makalah*, Workshop Mikoriza Konggres Nasional Mikoriza Indonesia II 17-18 Juli 2007, Bogor, 10h.
- Simanungkalit, R.D.N., ----, *Cendawan Mikoriza Arbuskula*, Balitan.pdf (secured), hal. 159-190).
- Subiksa, IGM., 2002, Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis, *Makalah Falsafah Sains*, Pasca Sarjana, IPB, Bogor.