

KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA RIZOSFER TANAMAN PEGAGAN (*Centella asiatica* (L.) Urban)

BUDI HARTOYO¹⁾, M. GHULAMAHD²⁾, L.K. DARUSMAN³⁾, S.A. AZIZ⁴⁾, dan I. MANSUR⁵⁾

¹⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah,
Bukit Tegalepek- Sidomulyo, Kotak Pos 101, Ungaran
e-mail : budyh4r@gmail.com

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta Institut Pertanian Bogor,
Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor
e-mail: mghulamahdi@yahoo.com

³⁾Departemen Kimia, FMIPA Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor
e-mail: latifah.kd@gmail.com

⁴⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta Institut Pertanian Bogor,
Jl. Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor
e-mail: sandraaziz@yahoo.com

⁵⁾Departemen Silvikultur, Fahutan Institut Pertanian Bogor
Jl. Ulin Kampus IPB Dramaga, Bogor
e-mail: irdikam@gmail.com

(Diterima Tgl. 25 - 2 - 2011 - Disetujui Tgl. 10 - 3 - 2011)

ABSTRAK

Defisiensi hara fosfor (P) menjadi salah satu faktor pembatas dalam sistem produksi pertanian di Indonesia yang umumnya diusahakan pada tanah-tanah masam. Pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan salah satu alternatif dalam menanggulangi permasalahan pada tanah masam, karena FMA dapat membantu tanaman menyerap unsur P dan unsur hara lainnya dari dalam tanah. Untuk mempelajari potensi FMA, hal pertama yang harus diketahui adalah keanekaragaman dari organisme tersebut. Dengan adanya data tentang keanekaragaman FMA, maka dapat dilakukan seleksi guna mendapatkan isolat FMA yang potensial dan efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pegagan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis-jenis FMA pada rizosfer tanaman pegagan. Penelitian dilaksanakan bulan Januari sampai Agustus 2008. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiga lokasi pertanaman pegagan di Kebun Percobaan Gunung Putri, Sukamulya, dan Cicurug, sedangkan isolasi, identifikasi, dan pemerangkapan spora dilakukan di Laboratorium Ekofisiologi dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum pemerangkapan diperoleh 2 genus (*Glomus* dan *Acaulospora*) pada contoh tanah di KP Gunung Putri, 3 genus (*Glomus*, *Acaulospora* dan *Scutellospora*) di KP Sukamulya, dan 2 genus (*Glomus* dan *Acaulospora*) di KP Cicurug. Setelah dilakukan *trapping* jenis FMA, di KP Gunung Putri didapatkan 5 jenis FMA (4 tipe *Glomus* dan 1 tipe *Acaulospora*), di KP Sukamulya terdapat 5 jenis FMA (3 tipe *Glomus*, 1 tipe *Acaulospora*, dan 1 tipe *Scutellospora*), dan di KP Cicurug terdapat 4 jenis FMA (3 tipe *Glomus* dan 1 tipe *Acaulospora*). Keanekaragaman FMA pada rizosfer pertanaman pegagan cukup beragam dan berpotensi dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, khususnya ketersediaan dan serapan hara P.

Kata kunci : *Centella asiatica* (L.) Urban, keanekaragaman, fungi mikoriza arbuskula (FMA), pegagan

ABSTRACT

Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF) diversity on asiatic pennywort Centella asiatica (L.) Urban rhizosphere

Deficiency of phosphorus (P) is one of the limiting factors of agricultural production system in Indonesia which is generally managed on acid soils. Utilizing arbuscular mycorrhizae fungi (AMF) is one of the alternative solutions on acid soils problem, because of its ability to take up P and other nutrients from soils. The first concern which must be studied is diversity of the organism. Data on AMF diversity obtained is useful to select potential and effective AMF by increasing plant growth and production of asiatic pennywort. The aim of this research was to isolate and identify types of AMF in asiatic pennywort rhizosphere. The experiment was conducted from January until August 2008. Soil samples were taken from three locations of asiatic pennywort plantations i.e. Gunung Putri, Sukamulya, and Cicurug experimental stations. Isolation, identification, and trapping of spore were conducted at the Eco-physiology laboratory and glasshouse of Indonesian Medicinal and Aromatic Crops Research Institute (IMACRI), Bogor. The laboratory results of soil samples before trapping showed that there were two genus of AMF spores (*Glomus* and *Acaulospora*) in the samples from Gunung Putri, three genus (*Glomus*, *Acaulospora*, and *Scutellospora*) from Sukamulya, and two genus (*Glomus* and *Acaulospora*) from Cicurug. After trapping, it was identified that the soil samples from Gunung Putri, Sukamulya, and Cicurug contained five AMF species (four types of *Glomus* and one type of *Acaulospora*), five AMF species (three types of *Glomus*, one type of *Acaulospora* and *Scutellospora*), and four AMF species (three types of *Glomus* and one type of *Acaulospora*) from Cicurug. Diversity of AMF variety can be utilized to get potential to increase the efficiency of fertilizer, specifically availability and uptake of nutrient P.

Key words : *Centella asiatica* (L.) Urban, diversity, Arbuscular Mycorrhizae Fungi (AMF), asiatic pennywort

PENDAHULUAN

Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) merupakan komoditas tanaman obat yang akhir-akhir ini cukup mendapat perhatian masyarakat karena secara empiris dikenal memiliki khasiat yang cukup banyak, antara lain untuk meningkatkan kemampuan kognitif (ANISSA, 2006; KUMAR dan GUPTA, 2002), mencegah penurunan kemampuan kognitif serta stres oksidatif (KUMAR dan GUPTA, 2003), memberikan kontribusi utama pada aktivitas anti-oksidatif (ZAINOL *et al.*, 2003), disamping dapat dimanfaatkan untuk kosmetik dan perawatan kulit (WINARTO dan SURBAKTI, 2003), sehingga pegagan merupakan salah satu tanaman obat yang potensial untuk dikembangkan.

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) dapat ditemukan hampir pada semua ekosistem, termasuk pada lahan masam (KARTIKA, 2006) dan alkalin (SWASONO, 2006). Menurut SMITH dan READ (2008), FMA dapat berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman. Walaupun demikian, tingkat populasi dan komposisi jenis FMA sangat beragam dan dipengaruhi oleh karakteristik tanaman dan faktor lingkungan seperti suhu, pH tanah, kelembapan tanah, kandungan fosfor dan nitrogen, serta konsentrasi logam berat (DANIELS dan TRAPPE, 1980).

FMA diketahui mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil tanaman pada tanah-tanah dengan kondisi yang kurang menguntungkan. FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jaringan hifa eksternal yang tumbuh secara ekspansif dan menembus lapisan sub soil sehingga meningkatkan kapasitas akar dalam penyerapan hara dan air (CRUZ *et al.*, 2004). Pemanfaatan FMA menyebabkan tanaman lebih toleran pada lingkungan tanah masam (QUENCA *et al.*, 2001), cekaman ganda Al dan kekeringan (HANUM, 2004), mengefisienkan pemupukan fosfor pada tanah Andosol (HARYANTINI dan SANTOSO, 2008). Inokulasi FMA secara signifikan meningkatkan produksi bobot kering daun dan status hara (P, Zn, dan Fe) pada daun, serta kandungan minyak atsiri (*essential oil*) dan artemisinin pada daun tanaman *Artemisia annua* L. (CHAUDHARY *et al.*, 2008).

Penggunaan FMA sebagai agensia hayati pada beberapa jenis tanaman saat ini mulai banyak mendapat perhatian. Hal ini tidak saja karena kemampuannya dalam bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman, tetapi yang utama adalah FMA dapat membantu tanaman dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara. Disamping itu FMA juga mampu melestarikan sumberdaya lahan, baik secara fisik, kimia, maupun biologi sehingga keseimbangan biologis selalu terpelihara.

Informasi mengenai FMA dan pemanfaatannya pada tanaman pegagan sejauh ini masih terbatas. Mengingat potensi FMA yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman serta efisiensi pemupukan, maka penelitian FMA pada tanaman pegagan perlu dilakukan.

Untuk mempelajari potensi suatu organisme, hal pertama yang harus diketahui adalah keberadaan dan keberagaman dari organisme tersebut. Demikian juga potensi pemanfaatannya pada tanah-tanah masam. Eksplorasi jenis-jenis FMA pada daerah pertanaman pegagan merupakan studi awal yang penting dan diperlukan untuk dapat mengidentifikasi dan memetakan jenis-jenis FMA dominan dan spesifik yang ada. Kegiatan ini sangat penting untuk mendapatkan informasi tentang keanekaragaman jenis-jenis FMA potensial sebagai sumber material penting untuk seleksi mendapatkan isolat FMA yang potensial dan efektif, serta mampu beradaptasi pada kondisi lahan dan komoditas spesifik.

Setiap jenis FMA mungkin berbeda-beda dalam kemampuannya membentuk hifa di dalam tanah, baik distribusi maupun kuantitasnya yang berhubungan dengan kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (DELVIAN, 2003). Semua FMA tidak mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui identitasnya (BUDI, 2009). Dengan demikian karakterisasi jenis FMA penting dilakukan untuk mendapatkan informasi awal. Keberadaan dan keberagaman FMA pada rizosfer pegagan belum cukup memberikan gambaran peran FMA, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kompatibilitas dan efektivitasnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas pegagan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis-jenis FMA pada rizosfer tanaman pegagan dari tiga lokasi pertanaman pegagan.

BAHAN DAN METODE

FMA diambil dari akar pertanaman pegagan yang tumbuh pada dua jenis tanah, yaitu Andosol KP Gunung Putri, Kabupaten Cianjur, dan Latosol/Inceptisol KP Cicurug dan Sukamulya, Kabupaten Sukabumi. Lokasi pengambilan sampel tanah dipilih pada areal pertanaman pegagan yang tidak dibudidayakan secara intensif/tumbuh secara alami. Penelitian terdiri atas empat tahapan kegiatan yaitu : 1) pengambilan contoh tanah, 2) isolasi spora FMA, 3) pemerangkapan, dan 4) identifikasi spora FMA. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekofisiologi dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor dari bulan Januari 2008 sampai Agustus 2008.

Contoh tanah diambil dari zona perakaran dengan kedalaman 5-20 cm (daerah rizosfer) secara komposit dari 10 titik. Pada masing-masing titik diambil sebanyak 500 g tanah, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label. Isolasi spora dari contoh tanah dilakukan dengan metode tuang saring basah, selanjutnya dilakukan penghitungan di bawah mikroskop terhadap spora yang diperoleh. Apabila hasil pengamatan menunjukkan jumlah spora sedikit, maka dilakukan kegiatan pemerangkapan. Spora hasil isolasi dari lapangan tidak optimal sebagai bahan identifikasi dan determinasi (RAINIYATI, 2007).

Pemerangkapan spora merupakan salah satu teknik untuk mendapatkan spora utuh dengan manipulasi lingkungan produksi spora (BRUNDRETT *et al.*, 1994). Analisis awal sangat diperlukan untuk mendapatkan informasi, apakah pada daerah perakaran pegagan ditemukan adanya FMA.

Teknik pemerangkapan yang digunakan mengikuti metode BRUNDRETT *et al.* (1994) dengan menggunakan pot-pot kecil. Media tanam yang digunakan berupa campuran contoh tanah sebanyak ± 50 g dan batuan zeolit berukuran 1-2 mm sebanyak ± 150 g yang sebelumnya sudah disterilkan. Teknik pengisian media tanam dalam pot adalah pot kultur diisi dengan zeolit sampai setengah volume pot, masukkan contoh tanah, dan kemudian ditutup dengan zeolit lagi sehingga media tanam tersusun atas zeolit-contoh tanah-zeolit. Benih sorgum (*Sorghum bicolor*) yang digunakan sebagai tanaman inang terlebih dahulu dikedambahkan selama 7 hari atau sampai tumbuh 2 helai daun, selanjutnya kecambah dipindahkan ke dalam pot-pot kultur. Pemeliharaan kultur meliputi penyiraman, pemberian hara dan pengendalian hama penyakit. Larutan hara yang digunakan adalah pupuk majemuk NPK (dengan kandungan 25-5-20) dengan konsentrasi 1 g/2 l air. Pemberian larutan hara dilakukan seminggu sekali sebanyak 20 ml tiap pot kultur. Setelah kultur berumur ± lima bulan, dilakukan pemanenan untuk melihat tingkat sporulasi dan dilakukan penghitungan jumlah spora.

Ekstraksi FMA dilakukan untuk memisahkan spora dari contoh tanah sehingga dapat dilakukan identifikasi guna mengetahui genus spora FMA. Ekstraksi dilakukan dengan adalah teknik tuang saring (GEDERMANN dan NICOLSON, 1963) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi (BRUNDRETT *et al.*, 1996). Hasil saringan terakhir pada proses tuang saring dipindahkan ke dalam tabung sentrifuse ditambah glukosa 60% dengan menggunakan pipet. Tabung sentrifuse ditutup rapat dan disentrifusi dengan kecepatan 2.500 rpm selama 3 menit. Proses sentrifugasi akan menghasilkan lapisan di tengah tabung, yaitu antara air dan glukosa yang merupakan kumpulan partikel-partikel mengandung spora FMA. Lapisan tersebut selanjutnya diambil dan dituangkan ke dalam saringan dengan

ukuran 45 µm dan dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan glukosa. Endapan yang tersisa dalam saringan dituangkan ke dalam cawan petri dan kemudian dilihat di bawah mikroskop untuk penghitungan jumlah spora.

Pembuatan preparat spora FMA dimaksudkan untuk membantu dalam proses identifikasi. Dari preparat tersebut diharapkan informasi morfologi dan struktur sub-seluler spora dapat menentukan genus FMA. Pembuatan preparat menggunakan bahan pewarna Melzer's dan bahan pengawet PVLG (*polyvinyl lactoglycerol*). Awetan PVLG tidak mengubah warna asli spora dan mempunyai daya simpan permanen, jika ditambahkan Melzer's akan terjadi perubahan warna pada genus FMA tertentu. Penggunaan larutan Melzer's dapat membantu dalam mempercepat identifikasi sampai ke tingkatan genus. Dengan bantuan mikroskop dan pinset spora, kumpulkan spora yang didapatkan berdasar ukuran, warna dan bentuk. Selanjutnya teteskan pada slide preparat masing-masing PVLG dan Melzer's, tutup dengan kaca penutup, dan tekan sedikit pada larutan Melzer's agar spora pecah dan terjadi reaksi. Analisis jenis spora FMA sesuai morfologi ukuran, warna, dan struktur sub-seluler.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Spora FMA

Isolasi tanah dari tiga lokasi pengambilan contoh menghasilkan beberapa jenis spora FMA pada rizosfer pegagan. Jenis dan nilai kepadatan spora FMA (jumlah spora per 50 g contoh tanah) sebelum dan sesudah pemerangkapan ditampilkan pada Tabel 1. Dari Tabel 1 terlihat bahwa jenis dan kepadatan spora FMA pada masing-masing lokasi berbeda.

Nilai kepadatan spora sebelum pemerangkapan tertinggi didapatkan di KP Cicurug sebanyak 165 spora dengan jenis *Glomus* dan *Acaulospora*, disusul di KP Sukamulya sebanyak 32 spora dengan jenis *Glomus*, *Acaulospora*, dan *Scutelospora*, dan kepadatan spora paling

Tabel 1. Jumlah spora FMA dari contoh tanah awal sebelum dan sesudah pemerangkapan dari 3 lokasi penelitian
 Table 1. Number of AMF spores on soil samples before and after trapping from three research locations

Lokasi Location	Jenis FMA AMF type		Jumlah spora/50 g contoh tanah Number of spores/50 g soil sample	
	Awal pengambilan sampel Initial sampling	Pemerangkapan (tanaman inang sorgum) After trapping (sorgum as main plant)	Awal pengambilan sampel Initial sampling	Pemerangkapan (tanaman inang sorgum) After trapping (sorgum as main plant)
KP Gunung Putri	<i>Glomus</i> dan <i>Acaulospora</i>	<i>Glomus</i> sp-1, <i>Glomus</i> sp-2, <i>Glomus</i> sp-3, <i>Glomus</i> sp-4, <i>Acaulospora</i> sp.	24	1.190
KP Sukamulya	<i>Glomus</i> , <i>Acaulospora</i> , dan <i>Scutelospora</i>	<i>Glomus</i> sp-1, <i>Glomus</i> sp-2, <i>Glomus</i> sp-3, <i>Acaulospora</i> sp., <i>Scutelospora</i> sp.	32	555
KP Cicurug	<i>Glomus</i> . dan <i>Acaulospora</i>	<i>Glomus</i> sp-1, <i>Glomus</i> sp-2, <i>Glomus</i> sp-3, <i>Acaulospora</i> sp.	165	1.435

rendah di KP Gunung Putri sebanyak 24 spora dengan jenis *Glomus* dan *Acaulospora*. Kepadatan spora sebelum pemerangkapan pada setiap lokasi cenderung sedikit. Hasil ini sama dengan hasil penelitian RAINIYATI (2007) dan LAPANJANG (2010) yang mendapatkan jumlah dan jenis spora FMA terbatas karena belum bersporulasi, dan lebih banyak mengandung propagul lain seperti hifa.

Populasi spora FMA awal yang tinggi di KP Cicurug diduga disebabkan kondisi lingkungan yang lebih sesuai, optimal, dan kompatibel dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan spora FMA serta kemungkinan tidak adanya cendawan antagonis yang menghambat sporulasi FMA dibandingkan kondisi yang ada di KP Sukamulya dan KP Gunung Putri. Seperti dinyatakan RAINIYATI (2007) bahwa perbedaan kepadatan spora kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan (jenis tanah, hara tanaman, ketinggian tempat, cahaya) dan musim pada saat pengambilan contoh tanah.

Rendahnya kepadatan spora FMA awal yang ditemukan di KP Gunung Putri diduga disebabkan antara lain (pada saat pengambilan contoh tanah) FMA belum bersporulasi, faktor lingkungan, dan iklim (curah hujan, suhu, kelembapan tanah, pH tanah). Lokasi yang terletak di dataran tinggi cenderung memiliki suhu lebih rendah, kelembapan relatif lebih tinggi yang mungkin menyebabkan hambatan terhadap perkembangan spora FMA. Menurut DELVIAN (2003), terdapat kecenderungan peningkatan jumlah spora dengan berkurangnya jumlah curah hujan, fluktuasi kelembapan tanah juga dapat mempengaruhi pembentukan spora atau sporulasi. Cekaman air akan merangsang pembentukan spora FMA, meskipun belum dapat disimpulkan bahwa kondisi kering akan selalu menghasilkan spora yang lebih banyak. RAINIYATI (2007) menambahkan bahwa pada musim kering FMA aktif untuk bersporulasi membentuk spora, sedangkan pada musim hujan terjadi kondisi sebaliknya. Sedangkan LEE *et al.* (2009) menyatakan bahwa kepadatan spora, keragaman, dan infeksi FMA berkorelasi negatif dengan pH tanah.

Hasil yang berbeda diperoleh setelah dilakukan pemerangkapan, baik nilai kepadatan spora maupun jenis FMA. Kepadatan spora tertinggi diperoleh dari hasil pemerangkapan contoh tanah di KP Cicurug (sebanyak 1.435 spora), selanjutnya di KP Gunung Putri (1.190 spora), dan terendah di KP Sukamulya (555 spora per 50 g tanah). Demikian pula jenis spora pada masing-masing lokasi mengalami penambahan. Di KP Cicurug terdapat 4 jenis FMA, yaitu *Glomus* sp-1, *Glomus* sp-2, *Glomus* sp-3, dan *Acaulospora* sp., di KP Gunung Putri ditemukan 5 jenis FMA yaitu *Acaulospora* sp., *Glomus* sp-1, *Glomus* sp-2, *Glomus* sp-3, dan *Glomus* sp-4, sedangkan di KP Sukamulya ditemukan 5 jenis FMA yaitu *Glomus* sp-1, *Glomus* sp-2, *Glomus* sp-3, *Acaulospora* sp., dan *Scutellospora* sp. Hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kepadatan spora hasil pemerangkapan oleh WIDIASTUTI (2004) yang menemukan 1-474 spora/100 g tanah, KARTIKA (2006) 161-

173 spora/50 g tanah pada rizosfer kelapa sawit, dan RAINIYATI (2007) 2-57 spora/50 g tanah pada rizosfer pisang.

Jenis spora FMA sesudah pemerangkapan lebih beragam dibandingkan dengan sebelum dilakukan pemerangkapan. Diduga waktu pengambilan contoh tanah yang dilakukan pada akhir bulan Januari 2008 berpengaruh terhadap keberadaan FMA yang belum bersporulasi sehingga jenis spora yang diperoleh lebih sedikit. Berbeda dengan setelah pemerangkapan, dimana faktor lingkungan dimanipulasi sehingga menghasilkan spora yang lebih banyak. Perbedaan jenis tanah, lingkungan tumbuh (suhu, cahaya, dan kelembapan), dan ketinggian tempat di KP Gunung Putri dengan KP Cicurug dan KP Sukamulya diduga sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran jenis FMA dan kepadatan spora. CORRYANTI *et al.* (2008) menyatakan bahwa adanya perbedaan keanekaragaman dan jumlah spora ditentukan oleh lingkungan dan tata kelola lahan serta tipe lahan.

Sebagai individu, setiap FMA memiliki faktor intrinsik yang akan memberikan respons terhadap perubahan lingkungan ataupun musim. Meskipun ada tipe spora yang tidak dipengaruhi musim atau lingkungan, akan tetapi terdapat tipe spora yang dipengaruhi oleh perubahan musim atau lingkungan. Hal tersebut mempertegas bahwa pengaruh perubahan musim terhadap aktivitas FMA tergantung pada tipe spora sebagai identitas faktor intrinsik (DELVIAN, 2003).

Glomus adalah jenis FMA yang mempunyai penyebaran paling dominan, karena 10 dari 14 spesies yang didapatkan adalah tipe *Glomus*. Pada tanah Andosol di KP Gunung Putri didapatkan jenis *Glomus* dan *Acaulospora*, sedangkan pada tanah Latosol/Inceptisols terdapat perbedaan jenis FMA dari 2 lokasi penelitian, yaitu jenis *Glomus* dan *Acaulospora* di KP Cicurug, dan 3 jenis FMA, yaitu *Glomus*, *Acaulospora*, dan *Scutellospora* di KP Sukamulya. Tingginya frekuensi kehadiran spora FMA tipe *Glomus* ini mungkin berhubungan dengan genus *Glomus* yang sangat banyak dibandingkan jenis lain. Dari 172 jenis FMA yang sudah diidentifikasi diketahui *Glomus* adalah jenis yang paling dominan (52,3%), diikuti *Acaulospora* (20,9%), *Scutellospora* (16,9%), *Gigaspora* (4,7%), *Entrophospora* (2,3%), *Archaeospora* (1,7%), dan *Paraglomus* (1,2%) (INVAM, 2008).

Identifikasi dan Karakterisasi spora FMA

Setiap jenis FMA mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang tidak sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui identitasnya. Menurut BUDI (2009), proses identifikasi FMA sampai ke tingkat spesies memerlukan pengenalan secara menyeluruh terhadap 11 karakter spora yaitu (1) *spore arrangement*, (2) *spore shape*, (3) *spore development*, (4) *spore size*, (5) *spore wall*

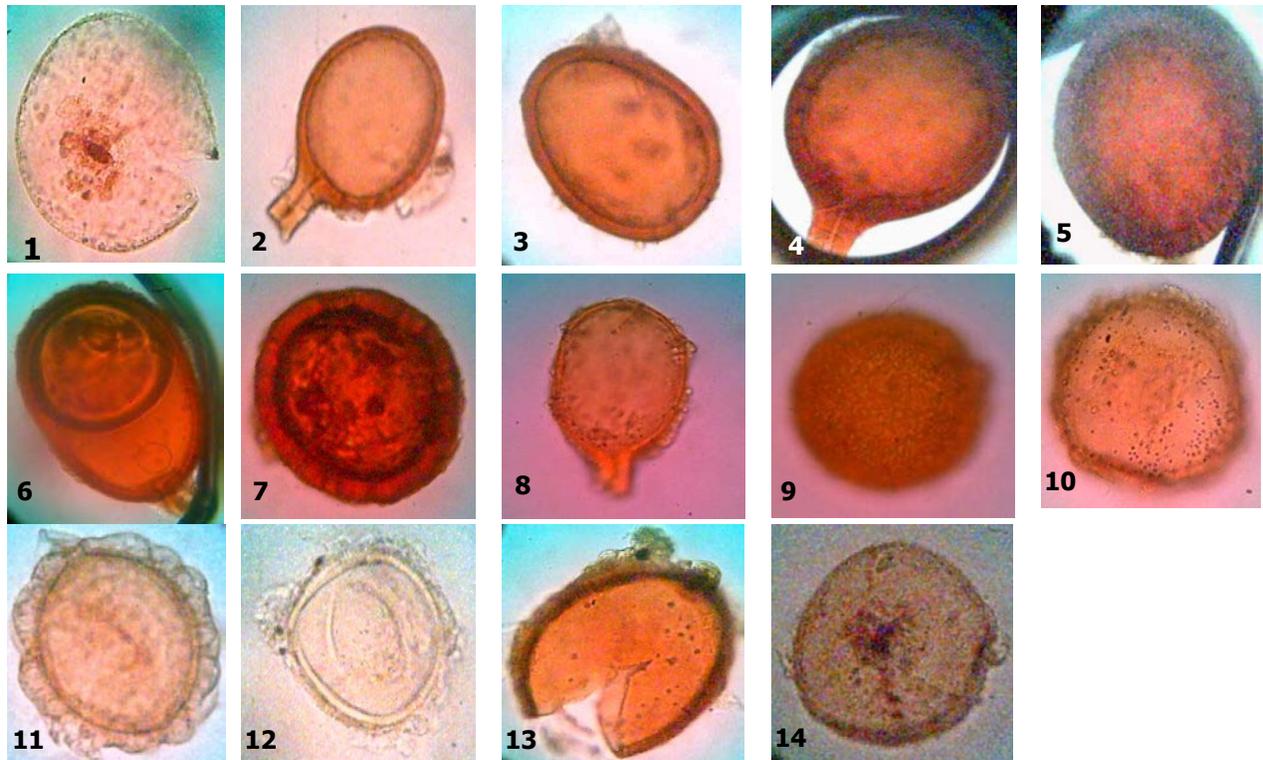
layer, (6) *spore color*, (7) *spore germination*, (8) *spore content*, (9) *surface texture*, (10) *auxiliary cell*, dan (11) *subtending hyphae*.

Identifikasi tipe spora hasil isolasi atas dasar karakteristik morfologi dan respon terhadap larutan Melzer's ternyata menunjukkan dominasi jenis *Glomus* di KP Gunung Putri dan Cicurug, jenis *Acaulospora* ditemukan pada semua lokasi pengambilan contoh tanah, dan jenis *Scutelospora* hanya ditemukan di KP Sukamulya. Larutan Melzer's merupakan salah satu alat bantu pada proses identifikasi untuk membedakan jenis spora FMA sampai ke tingkat genus. Genus *Glomus* tidak memberikan reaksi terhadap larutan Melzer's, sebaliknya genus *Acaulospora* dan *Scutelospora* memberikan reaksi yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna spora. Penamaan spesies spora FMA hasil identifikasi dan karakterisasi berdasarkan lokasi pengambilan sampel tanah disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 2.

Proses perkembangan spora *Glomus* adalah dari ujung hifa yang membesar sampai mencapai ukuran maksimal dan terbentuk spora. Karena sporanya berasal dari perkembangan hifa maka disebut *chlamydospora*, kadang-kadang hifa bercabang-cabang dan tiap cabang terbentuk *chlamydospora* dan membentuk *sporocarp*. Beberapa karakter spora yang membedakan spesies pada genus *Glomus*

meliputi : bentuk, ukuran, warna, dinding, dan tekstur permukaan spora. Proses perkembangan spora *Acaulospora* berawal dari ujung hifa (*subtending hyphae*) yang membesar seperti spora yang disebut *hyphal terminus*. Di antara *hyphal terminus* dan *subtending hyphae* akan muncul bulatan kecil yang semakin lama semakin membesar dan terbentuk spora. Dalam perkembangannya, hifa terminus akan rusak dan isinya akan masuk ke spora. Rusaknya hifa terminus akan meninggalkan bekas lubang kecil yang disebut *Cicatric*. Spora *Scutelospora* terbentuk berawal dari ujung hifa yang membulat (*bulbous suspensor*), selanjutnya muncul bulatan kecil yang semakin membesar mencapai ukuran maksimum yang akhirnya menjadi spora dan terdapatnya *germination shield*, tempat keluarnya hifa saat berkecambah (BUDI, 2009).

Jenis spora *Glomus* yang ditemukan di KP Gunung Putri mempunyai bentuk spora yang relatif sama (bulat) dan permukaan spora relatif halus. Sedangkan karakter yang membedakan antar spesies adalah ukuran dan warna spora, dinding dan ketebalan dinding spora. Pada *Glomus* sp-1 dan *Glomus* sp-3 ditemukan *hyphal attachments*, sedangkan *Glomus* sp-2 dan *Glomus* sp-4 tidak mempunyai *hyphal attachments*. Spesies *Glomus* yang ditemukan di KP Sukamulya mempunyai perbedaan yang lebih tegas. Karakter yang relatif sama adalah bentuk spora antara *Glomus* sp-5



Gambar 1. Tipe spora FMA yang diisolasi dari rizosfer pegagan (*Centella asiatica*) di KP Gunung Putri, Sukamulya, dan Cicurug
 Figure 1. Types of AMF spore isolated from asiatic pennywort rhizospheres of the Gunung Putri, Sukamulya, and Cicurug experimental stations

Tabel 2. Karakteristik tipe spora FMA yang diisolasi dari rizosfer pegagan (*Centella asiatica*) di KP Gunung Putri, Sukamulya, dan Cicurug
 Table 2. Characteristics of AMF spore type isolated from asiatic pennywort rizosphere of the Gunung Putri, Sukamulya, and Cicurug experimental stations

No	Tipe Spora	Karakteristik morfologi	Reaksi dengan Melzer's
Lokasi : Gunung Putri (Cipanas) 1.500 m dml			
1.	<i>Acaulospora</i> sp-1	: Spora bulat, berwarna putih bening, permukaan spora halus, ukuran 48 µm, dinding spora berornamen	Bereaksi dengan pewarna Melzer's
2.	<i>Glomus</i> sp-1	: Spora bulat, berwarna kuning, relatif kecil, permukaan relatif halus, dinding tebal, ukuran 70 x 60 µm. Dinding spora berwarna orange, diameter 2,5-3,75 µm. Hifa berwarna kuning berdiameter 10 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
3.	<i>Glomus</i> sp-2	: Spora bulat lonjong, berwarna kuning kecoklatan, permukaan relatif halus, ukuran (100-120) x (50-80) µm. Dinding spora berwarna lebih tua (coklat muda), diameter 5-7,5 µm. Hifa berwarna kuning, diameter 8,75 µm, menebal pada tempat pelekatan	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
4.	<i>Glomus</i> sp-3	: Spora bulat, berwarna coklat, ukuran 100-105µm, permukaan relatif halus. Dinding spora berwarna coklat tua, diameter 5-7,5 µm, berornamen. Hifa berwarna lebih cerah, diameter 20 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
5.	<i>Glomus</i> sp-4	: Spora bulat, berwarna coklat kemerahan, berukuran 140 x (110-130) µm, permukaan relatif halus. Dinding spora berwarna coklat tua, diameter 12,5 µm, berornamen	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
Lokasi : Sukamulya, Sukabumi (400 dml)			
6.	<i>Glomus</i> sp-5	: Spora lonjong, berwarna coklat kekuningan, ukuran 130 x 80-100 µm, permukaan spora relatif halus. Dinding berwarna coklat, tidak berornamen, tebal (6,25-7,5 µm). Hifa berwarna kuning, berdiameter 7,5 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
7.	<i>Glomus</i> sp-6	: Spora bulat, berwarna coklat, ukuran 90-110 µm, permukaan relatif kasar. Dinding spora berwarna coklat, berornamen, diameter (8,75-95 µm). Hifa berwarna kuning	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
8.	<i>Glomus</i> sp-7	: Spora lonjong, berwarna kuning, kecil, ukuran 40 x 60 µm, berornamen, permukaan relatif kasar. Dinding berwarna kuning, tebal (1,9 µm). Hifa berdiameter 10 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
9.	<i>Acaulospora</i> sp-2	: Spora bulat, kecil, berwarna kuning, berornamen, ukuran 57,6 µm, permukaan relatif halus. Dinding berwarna kuning, diameter (6,25-7µm)	Bereaksi dengan pewarna Melzer's
10.	<i>Scutellospora</i> sp.	: Spora bulat lonjong, berwarna kuning muda bening, berornamen, ukuran (105-125) x (80-112) µm, permukaan relatif kasar. Dinding spora berwarna kuning kecoklatan, berdiameter (3,75-7,5 µm)	Bereaksi dengan pewarna Melzer's
Lokasi : Cicurug (500 m dml)			
11.	<i>Glomus</i> sp-8	: Spora bulat, kecil, berwarna kuning muda-kuning, berornamen, ukuran 42,5 µm, permukaan relatif kasar. Dinding spora berwarna orange, berdiameter 1,5 µm, Hifa berdiameter 5 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
12.	<i>Glomus</i> sp-9	: Spora bulat, berwarna kuning muda, ukuran 75 µm, permukaan relatif kasar. Dinding spora berwarna kuning, dengan diameter 5 µm. Hifa bening diameter 6,25 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
13.	<i>Glomus</i> sp-10	: Spora bulat agak lonjong, berwarna coklat kemerahan, permukaan relatif kasar, dinding relatif tipis, ukuran 140 µm. Dinding spora warna coklat, diameter 5-7,5 µm	Tidak bereaksi dengan pewarna Melzer's
14.	<i>Acaulospora</i> sp-3	: Spora bulat, berwarna kuning, berornamen, ukuran 85-95 µm, permukaan relatif kasar. Dinding spora berwarna kuning lebih tua berdiameter 3,75 µm	Bereaksi dengan pewarna Melzer's

dan *Glomus* sp-7 (lonjong), adanya ornamen pada dinding spora, dan mempunyai *hyphal attachments*. Sedangkan ukuran dan warna spora, warna dan ketebalan dinding spora masing-masing spesies berbeda. Spesies *Glomus* yang ditemukan di KP Cicurug mempunyai bentuk spora yang hampir sama, yaitu bulat (*Glomus* sp-8 dan *Glomus* sp-9), bulat agak lonjong (*Glomus* sp-10), permukaan spora relatif kasar. Sedangkan karakter lainnya seperti ukuran dan warna spora, dinding spora, ornamen, dan ketebalan dinding spora berbeda. Ketiga spesies tidak mempunyai *hyphal attachments*. Secara umum genus *Glomus* yang ditemukan di 3 lokasi pengambilan sampel tanah memiliki karakteristik morfologi spora FMA yang berlainan dan membedakannya

menjadi 10 spesies. Diduga faktor lingkungan mempengaruhi jenis FMA pada rizosfer tanaman pegagan.

Berdasarkan karakteristik morfologinya, genus *Acaulospora* yang ditemukan di 3 lokasi pengambilan sampel tanah berbeda satu dengan lainnya sehingga diidentifikasi sebagai spesies yang berbeda. Spora *Acaulospora* sp-1 yang ditemukan di KP Gunung Putri berbentuk bulat, berwarna putih bening, dinding spora berornamen, permukaan spora relatif lebih halus, dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan spora *Acaulospora* sp-2 di KP Sukamulya dan spora *Acaulospora* sp-3 di KP Cicurug. *Acaulospora* sp-2 di KP Sukamulya berwarna kuning, dinding spora berornamen, dan lebih tebal dibanding *Acaulospora* sp-3

dan *Acaulospora* sp-1. Sedangkan *Acaulospora* sp-3 di KP Cicurug berbentuk bulat, berwarna kuning, dinding spora berornamen, dan lebih tebal dibanding *Acaulospora* sp-1.

Genus *Scutellospora* hanya ditemukan di KP Sukamulya, spora berbentuk bulat lonjong, warna kuning muda, permukaan dinding relatif kasar dan tebal, berornamen, ukuran spora lebih besar dibandingkan genus *Glomus* dan *Acaulospora*.

Tanaman pegagan dapat bersimbiosis dengan FMA, terlihat dari morfologi perakaran tanaman pada hasil pewarnaan akar, karena struktur vesikula, arbuskula, dan hifa terbentuk dan terlihat pada perakaran tanaman (Gambar 2). Setiap jenis FMA mungkin mempunyai kemampuan berbeda dalam membentuk hifa di dalam tanah, baik distribusi maupun kuantitas hifa tersebut. Disamping itu sudah dipastikan bahwa perkembangan infeksi FMA berhubungan dengan kemampuan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (DELVIAN, 2003).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari 3 lokasi pengambilan sampel dengan kondisi faktor lingkungan yang berbeda memiliki jenis serta populasi FMA yang berbeda. Hasil ini memberikan data dan informasi mengenai keberadaan mikroorganisme tanah, khususnya FMA pada rizosfer tanaman pegagan, yang selanjutnya dapat dikoleksi dan dimanfaatkan sebagai suatu inovasi pemanfaatan agensia hayati yang dapat meningkatkan pertumbuhan, produktivitas tanaman, dan efisiensi pemupukan. Beberapa penelitian tentang pemanfaatan FMA menunjukkan bahwa inokulasi FMA pada tanaman cabai di tanah andosol (HARYANTINI dan SANTOSO, 2006) Pemanfaatan FMA yang dikombinasikan dengan rizobium dapat meningkatkan serapan hara P sebesar 854% pada tanaman kedelai (BERTHAM *et al.*, 2005). Inokulasi FMA secara tunggal maupun apabila dikombinasikan dengan rizobakteria dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan P secara signifikan (WU *et al.*, 2005) Atas dasar informasi tersebut tentunya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menyeleksi isolat FMA potensial yang kompatibel dan efektif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pegagan.

KESIMPULAN

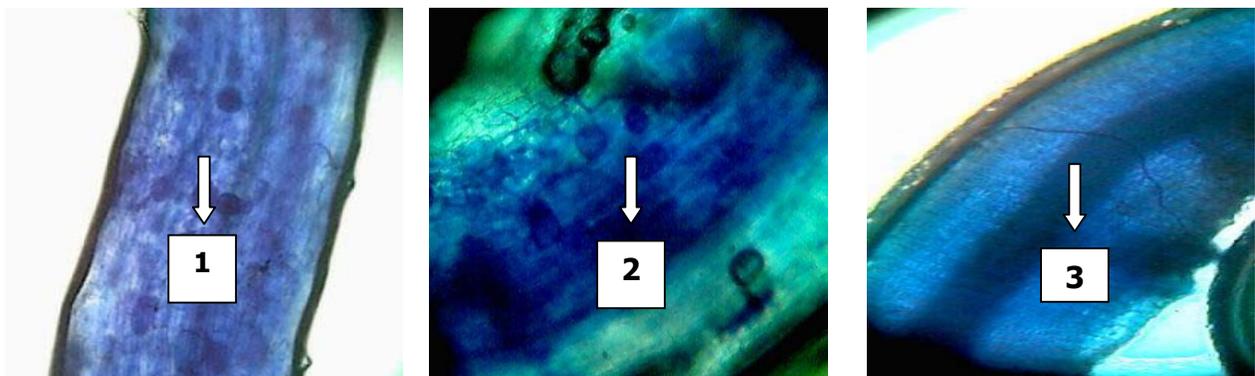
Jenis FMA yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi pada rizosfer tanaman pegagan di KP Gunung Putri sebelum pemerangkapan terdapat 2 genus yaitu *Glomus* dan *Acaulospora*, di KP Sukamulya terdapat 3 genus yaitu *Glomus*, *Acaulospora* dan *Scutellospora*, sedangkan di KP Cicurug diperoleh 2 genus yaitu *Glomus* dan *Acaulospora*. Setelah dilakukan pemerangkapan, terdapat variasi tipe spora di KP Gunung Putri yaitu 5 jenis FMA (4 tipe *Glomus* dan 1 tipe *Acaulospora*), di KP Sukamulya terdapat 5 jenis FMA (3 tipe *Glomus*, 1 tipe *Acaulospora*, dan 1 tipe *Scutellospora*). Sedangkan di KP Cicurug terdapat 4 jenis FMA (3 tipe *Glomus* dan 1 tipe *Acaulospora*)

Jumlah spora yang didapatkan sebelum pemerangkapan relatif sedikit. Jumlah tertinggi diperoleh di KP Cicurug sebanyak 165 spora/50 g tanah disusul KP Sukamulya dan Gunung Putri, masing-masing sebanyak 32 dan 24 spora/50 g tanah. Sedangkan setelah pemerangkapan, jumlah spora tertinggi didapatkan di KP Cicurug diikuti KP Gunung Putri dan Sukamulya, masing-masing sebanyak 1.435, 1.190, dan 555 spora/50 g tanah.

Simbiosis antara FMA dengan tanaman pegagan terlihat dari hasil pengamatan pada akar tanaman dimana telah terjadi infeksi oleh FMA dengan terbentuknya struktur vesikula, arbuskula, dan hifa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor yang telah menyediakan tempat dan fasilitas penelitian; Ir. Octivia Trisilawati, M.Sc. yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam pelaksanaan penelitian, serta sdr M. Zainudin, Teguh Santoso, Nana Mahdi, dan Enggi



Gambar 2. Infeksi FMA pada perakaran pegagan ditunjukkan dengan terbentuknya struktur vesikula (1), arbuskula (2), dan hifa internal (3)
Figure 2. AMF infection of asiatic pennywort roots shown by formations of vesicle (1), arbuscule (2), and internal hypha structure(3)

Sugiman (teknisi Litkayasa Balitro) yang sudah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ANISSA, R.F. 2006. Pengaruh Pemberian Ekstrak Air Daun Pegagan (*Centella asiatica*) terhadap Kemampuan Kognitif dan Kadar Neurotransmitter Monoamine pada Hipokampus Tikus (*Rattus norvegicus* L.) Galur Wistar Jantan Dewasa. Skripsi Sarjana Biologi. Program Studi Biologi. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati. ITB. Bandung. 55p. (tidak dipublikasikan)
- BRUNDRETT, M.C., N. MELVILLE, and L. PETERSON. 1994. Practical Methods in Mycorrhiza Research. Mycologue Publications. Ontario, Canada. 161p.
- BRUNDRETT, M.C., N. BOUGHER, B. DELLS, T. GROVE, and N. MALAJCZUK. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR, Canberra. 374p.
- BUDI, S.W. 2009. Taksonomi Fungi Mikoriza Arbuskula. Makalah pada Pelatihan Dasar-Dasar Isolasi dan Inokulasi Mikoriza untuk Pertanian dan Kehutanan (24-25 Juni 2009). Departemen Silvikutur, Fakultas Kehutanan, IPB Bogor. 10p. (tidak dipublikasikan)
- CHAUDHARY, V., R. KAPOOR, and A.K. BHATNAGAR. 2008. Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. Applied Soil Ecology 40 : pp.174 – 181
- CORRYANTI, J. SOEDARSONO, B. RADJAGUKGUK, dan S.M. WIDYASTUTI. 2008. Fungi mikoriza arbuskula di hutan jati. http://www.rimbawan.com/APHI0611/KUMPULAN_TULISAN/2008/Februari/untuk_BULETIN-APHI_mikoriza (10 Mei 2008). 11p.
- CRUZ, C., J.J. GREEN, C.A. WATSON, F. WILSON, and M.A. MARTIN-LUCAO. 2004. Functional aspect of root architecture and mycorrhizal inoculation with respect to nutrient uptake capacity. Mycorrhiza 14: 177-184.
- DANIELS, B.A. and J.M. TRAPPE. 1980. Factors affecting spore germination of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus, *Glomus epigaeus*. Mycologi. 72 :457-463.
- DELVIAN. 2003. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Disertasi. Program Pascasarjana IPB Bogor.158p. (tidak dipublikasikan)
- GERDERMANN, J.W. and T.H. NICOLSON. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transaction of the British Mycological Society. 46 : 235-244.
- HANUM, C. 2004. Penapisan Beberapa Galur Kedelai (*Glycine max.* Merr.) Toleran Cekaman Aluminium dan Kekeringan serta Tanggap Mikoriza Vesikular Arbuskular (Disertasi). Sekolah Pascasarjana IPB. 162p. (tidak dipublikasikan)
- HARYANTINI, B.A., dan H.M. SANTOSO. 2008. Pertumbuhan dan hasil cabai merah (*Capsicum annum*) pada andisol yang diberi mikoriza, pupuk fosfor dan zat pengatur tumbuh. http://72.14.235.104/search?q=cache:Gut_m4d67ZgJ:images.soemarno.multiply.com/. 11p. (10 Mei 2008).
- INVAM. 2008. International culture collection of (vesicular) arbuscularmycorrhizalfungi. <http://invam.caf.wvu.edu/Myco-info/Taxonomy/classification.htm>. (12Juni 2008).
- KARTIKA, E. 2006. Tanggap Pertumbuhan, Serapan Hara, dan Karakter Morfologi terhadap Cekaman Kekeringan pada Bibit Kelapa Sawit yang Bersimbiosis dengan CMA. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 188p. (tidak dipublikasikan)
- KUMAR, V.M.H. and Y.K. GUPTA. 2002. Effect of different extracts of *Centella asiatica* on cognition and markers of oxidative stress in rats. J. Ethnopharmacol. 2002, Feb.79(2):253-260.
- KUMAR, V.M.H. and Y.K. GUPTA. 2003. Effect of *Centella asiatica* on cognition and oxidative stress in an intracerebroventricular streptozotocin model of Alzheimer's disease in rats : Clin Exp Pharmacol Physiol. 2003, May-Jun. 30(5-6):336-342.
- LAPANJANG, I.M. 2010. Morfologi dan Hasil Berbagai Provenan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) pada Cekaman Kekeringan dan Asosiasinya dengan Fungi Mikoriza Arbuskular. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 126p. (tidak dipublikasikan)
- LEE, K.J., K.H. LEE, E. TAMOLANG-CASTILLO, and S.W. BUDI. 2009. Biodiversity, spore density and root colonization of arbuscular mycorrhizal fungi at expressway cut-slopes in Korea. Jour Korean for Soc : 98(5):539-547.
- QUENCA, G., D.Z. ANDRADE, and E. MENESES. 2001. The presence of aluminum in arbuscular mycorrhizas of *Clusia multiflora* exposed to increased acidity. Plant and Soil. 231: 233-241.
- RAINIYATI. 2007. Status dan Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pisang Raja Nangka dan Potensi Pemanfaatannya untuk Peningkatan Produksi Pisang Asal Kultur Jaringan di Kabupaten Merangin, Jambi. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 140p. (tidak dipublikasikan)
- SMITH, S.E. and D.J. READ. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Third edition : Academic Press. Elsevier Ltd. New York, London, Burlington, San Diego.768 p.
- SWASONO, D.H. 2006. Peranan Mikoriza Arbuskula dalam Mekanisme Adaptasi Beberapa Varietas Bawang Merah terhadap Cekaman Kekeringan di Tanah

- Pasir Pantai. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor. 106 p. (tidak dipublikasikan)
- WIDIASTUTI, H. 2004. Biologi Interaksi Cendawan Mikoriza Arbuskula Kelapa Sawit pada Tanah Masam sebagai Dasar Pengembangan Teknologi Aplikasi Dini. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 161p. (tidak dipublikasikan)
- WINARTO, W.P. dan M. SURBAKTI. 2003. Khasiat dan Manfaat Pegagan. Tanaman penambah daya ingat. Agromedia Pustaka, Jakarta. 64p.
- ZAINOL, M.K., A. ABD-HAMID, S. YUSOF, and R. MUSE. 2003. Antioxidative activity and total phenolic compounds of leaf, root, and petiole of four accessions of *Centella asiatica* (L.) Urban. Food Chemistry 81 (2003) : pp. 575-581.

