

KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) PADA RHIZOSFER *Desmodium* spp. ASAL PT. CIBALIUNG SUMBERDAYA, BANTEN

*Diversity Arbuscular Mychorrhzal Fungi from Desmodium spp. PT. Cibaliung
Sumberdaya, Banten*

Sri Muryati, Irdika Mansur, dan Sri Wilarso Budi

Program Studi Silvikultur Tropika, Departemen Silvikultur Tropika, Fakultas Kehutanan IPB

Abstract

Ecosystem damage as a result of mining activity is very harmful to the environment. One of the strategy repairing the condition of post-mining land is to use legume cover crops, one type of legume cover crops is Desmodium spp., that has ability to form a symbiosis with AMF and rhizobium. The aim of this study was to determine the diversity of AMF from the four types of rhizosphere Desmodium spp. from PT. Cibaliung Sumber Daya, Banten with different types of host plants. The sampling technique of soil and roots were done by non propotional method. Soil samples were trapped with some types of host plants. Spores were isolated by wet-seaving and decanting technique, then the density of spores was measured and identified. The results showed an increasing number of spore and diversity of AMF. The number of spore before trapped was 10-89 spores per 20 g soil then increased to 16-114 spores per 20 g soil. While the AMF diversity before trapped found only 9 type of spores, consists of 8 type Glomus and 1 type Acaulospora. After trapped increased to 26 spores type AMF consists of 23 type of Glomus and 3 type of Acaulospora. The root colonization was in range of 22.2 - 95.5%.

Key word: Desmodium spp., Cibaliung, Cover crops.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan jenis tanaman penutup tanah merupakan salah satu alternatif dalam memperbaiki kondisi lahan pasca penambangan secara alami. Tanaman penutup tanah memiliki fungsi meningkatkan produktivitas tanah (fisik, kimia dan biologi), menyumbangkan nutrisi bagi pertumbuhan tanaman pokok, menekan pertumbuhan gulma, menjaga kelembaban tanah, dan melindungi tanah dari terpaan langsung air hujan yang dapat menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah (Evans *et al.* 1988 ; Ding *et al.* 2006).

Indonesia memiliki beberapa jenis tanaman penutup tanah yang telah banyak dikembangkan pada beberapa perusahaan tambang seperti *Centrosema pubescens*, *Calopogonium mucunoides*, *Pueraria javanica* dan *Mucuna* spp. Namun jenis-jenis ini memiliki kelemahan, yaitu bersifat merambat dan melilit sehingga perusahaan membutuhkan biaya ekstra dalam pemeliharaan agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman pokok. Beberapa perusahaan pertambangan lebih memilih mengimpor biji rumput dan legum dari luar negeri yang bersifat tidak melilit agar mengurangi biaya perawatan (Mansur 2010). Oleh karena itu, upaya pengembangan jenis alternatif yang dapat tumbuh secara alami perlu dilakukan untuk mengevaluasi kekurangan dari jenis yang biasa digunakan (Hasanah 2014).

Jenis legum penutup tanah yang banyak dikenal sebagai tanaman pastura dan legum hijauan serta memiliki potensi untuk dikembangkan pada lahan pasca tambang yaitu *Desmodium* spp., merupakan tanaman herbal berkayu yang tumbuhnya menjalar namun tidak melilit pada tanaman pokok, selalu hijau, dan menghasilkan serasah melimpah sebagai sumber bahan organik tanah (Evans *et al.* 1988). Hasil penelitian Zuhelmi *et al.* (2015) *D. heterophyllum* di lahan pasca tambang kapur memiliki persentase tutupan lahan mencapai 17.09% selama 8 MST. Sedangkan hasil penelitian Hasanah (2014) yang melakukan pengukuran terhadap luasan penutup lahan hingga 8 MST menunjukkan bahwa *D. heterophyllum* mencapai 100%; *D. ovalifolium* dan *D. triflorum* masing-masing mencapai 95.2% dan 65.8%. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman *Desmodium* spp. mempunyai kemampuan tutupan lahan yang cepat.

Peningkatan kemampuan *Desmodium* spp. dalam penyerapan unsur hara selain dibantu oleh *rhizobium*, juga erat kaitannya dengan adanya simbiosis dengan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). FMA merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang membantu dalam siklus unsur hara. Struktur hifa yang panjang dan halus dapat menjelajah ke dalam tanah untuk menyerap air, unsur hara makro, dan mikro yang tidak dapat dijangkau oleh akar (Goltapeh *et al.* 2013). Simbiosis FMA dengan inang dapat meningkatkan ketahanan inang terhadap serangan penyakit akar (Suharti *et al.* 2011), hifa juga menghasilkan glomalin yang berperan

mengatur stabilisasi agregasi tanah (Rillig dan Steinberg 2002), FMA juga dapat membantu dalam proses fitoremediasi pada lahan tercemar logam berat (Suharno dan Sancayaningsih 2013).

FMA dalam asosiasinya mempunyai kisaran inang yang sangat luas, asosiasi FMA mencapai 80 % dengan tanaman terestrial. Namun tingkat efektifitas setiap tanaman inang berbeda-beda, karena beberapa jenis FMA tertentu menunjukkan spesifikasi untuk memilih dan berasosiasi dengan jenis tanaman inang tertentu. Jenis tanaman inang dan kondisi lingkungan akan sangat menentukan tingkat kolonisasi akar, jumlah spora dan keragaman tipe spora (Goltapeh *et al.* 2013).

Setiap jenis FMA memiliki kemampuan yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga pemilihan jenis isolat FMA yang kompetibel dengan tanaman inang penting dilakukan (Prafithriasari dan Nurbaity 2010). Oleh karena itu, diperlukan upaya mempelajari potensi keanekaragaman FMA pada *Desmodium* spp. perlu dilakukan agar dapat meningkatkan kemampuan pertumbuhan *Desmodium* spp. sebagai tanaman penutup tanah pada lahan pasca tambang.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman FMA dari rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten dengan menggunakan berbagai jenis tanaman inang.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2014 sampai April 2015. Pengambilan sampel tanah dan akar *Desmodium* spp. pada rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang tumbuh pada wilayah kerja PT. Cibaliung Sumberdaya Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Banten yang belum dilakukan kegiatan penambangan. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Mikoriza dan Kualitas Bibit dan Rumah Kaca Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh tanah dari 4 jenis tanaman *Desmodium* spp. yang diambil dari kawasan PT. Cibaliung Sumberdaya, aquades, larutan KOH 20%, HCl 0.1 M, larutan *destaining*, HCl 0.1 M, larutan sukrosa 60%, larutan *trypan blue*, *polyvinyl alcohol lactogliserol* (PVLG), larutan *Melzer's*, benih *Sorghum vulgare*, benih *Peureria javanica*, benih *D. ovalifolium*, zeolit, Hyponex merah.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *autoclave*, *oven*, *centrifuge*, *micro pipet*, gelas objek, kaca penutup, satu set penyaring dengan diameter lubang 500, 125 dan 63 μ m, timbangan analitik, gunting, kertas label, *optilab camera*, cawan petri, *polybag*, *sprayer*, *dissecting microscope*, *compound microscope*.

Prosedur Kerja

Pengambilan Contoh Tanah

Contoh tanah dan akar tanaman diambil dari rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang terdapat pada kawasan PT. Cibaliung Sumberdaya. Pengambilan contoh tanah dan akar dilaksanakan dengan metode tidak proposional. Pengambilan contoh tanah dan akar *Desmodium* spp. dilakukan pada 4 titik pengamatan yaitu pada rhizosfer tanaman *D. ovalifolium*, *D. heterophyllum*, *D. triflorum* dan *D. heterocarpon* yang terdapat di lapangan dan merupakan tanaman yang tumbuh secara alami. Pengambilan contoh tanah dan tanaman dilakukan pada kedalaman 0 – 20 cm dan diameter 20 cm kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* dan diberi label (Nusantara *et al.* 2012).

Pengamatan Kolonisasi Akar

Pewarnaan akar mengacu metode Clapp *et al.* (1996) dengan tahapan pewarnaan yaitu 1) akar dicuci hingga bersih dengan air destilata; 2) akar direndam dalam KOH 20 % selama 48 jam; 3) akar dicuci dengan air hingga bersih dengan menggunakan saringan, kemudian direndam pada HCl 0.1 M; 4) tanpa dicuci akar direndam pada larutan *trypan blue* selama 48 jam; 5) akar direndam dengan larutan *destaining* selama 24 jam; 6) akar dipotong dengan ukuran 1 cm, kemudian akar disusun sejajar pada gelas objek dan ditutupi dengan kaca penutup. Persentase kolonisasi akar dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Brundrett *et al.* (1996).

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\sum \text{bidang pandang yang terkoloni}}{\sum \text{keseluruhan bidang pandang}} \times 100\%$$

Isolasi dan Karakterisasi Tipe Spora FMA

Isolasi spora FMA dari contoh tanah dilakukan dengan metode tuang saring basah (Pacioni 1992) dan dilanjutkan dengan sentrifugasi (Brundrett *et al.* 1996). Langkah-langkah dalam isolasi spora; 1) contoh tanah diambil sebanyak 20 g ditambahkan dengan air hingga 500 ml diaduk; 2) suspensi tanah dituangkan ke penyaringan bertingkat dari atas ke bawah dengan ukuran 500, 125, dan 63 μ m; 3) suspensi tanah yang tersaring pada saringan ukuran 125 dan 63 μ m dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan dengan larutan sukrosa 60% sebanyak 1/3 bagiannya; 4) kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 2 300 rpm selama kurang lebih 3 menit; 5) cairan yang agak bening di bagian tengah tabung (mengapung) merupakan peralihan antara larutan glukosa dengan air, disedot dengan menggunakan pipet untuk dicuci dan disaring dengan saringan 63 μ m; 5) hasilnya ditempatkan dalam cawan petri dan diamati di bawah mikroskop untuk penghitungan kepadatan spora. Kepadatan spora dihitung dengan rumus:

$$\text{Kepadatan spora} = \frac{\text{Jumlah spora}}{\text{Bobot tanah yang dianalisis}}$$

Spesimen spora diawetkan dengan menggunakan *polyvinyl alcohol lactoglycerol* (PVLG) dan larutan *Melzer's* yang diletakkan pada satu kaca preparat. Pengamatan yang dilakukan dengan melihat ciri morfologi spora yaitu berdasarkan ukuran, warna, lapisan dinding spora, permukaan dinding spora dan reaksi dengan larutan *Melzer's* (Nusantara *et al.* 2012). Hasil pengamatan spora FMA dikarakterisasi sampai tingkat genus. Peubah yang diamati adalah tipe spora FMA dan kepadatan spora FMA pada contoh tanah.

Kultur Trapping

Pembuatan kultur *trapping* (penangkaran) mengacu Brundrett *et al.* (1996) dengan menggunakan pot-pot kultur kecil. Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah seberat ± 50 g dan batuan zeolit berukuran diameter 1 – 2 mm seberat ± 120 g, media tanam disusun dengan urutan zeolit-contoh tanah-zeolit.

Sumber contoh tanah yang digunakan berasal dari rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. terdiri dari *D. ovalifolium*, *D. heterophyllum*, *D. triflorum* dan *D. heterocarpon* yang tumbuh pada kawasan PT. Cibaliung Sumberdaya dan menggunakan 3 jenis tanaman inang terdiri dari *S. vulgare*, *P. javanica* dan *D. ovalifolium*. Kultur memiliki 12 kombinasi yang diulang sebanyak 7 kali sehingga terdapat 84 pot tanaman.

Pemeliharaan kultur meliputi penyiraman, pemberian hara, dan pengendalian hama secara manual. Panen dilakukan jika spora baru telah terbentuk. Spora digunakan dalam proses identifikasi. Ekstraksi dan identifikasi spora menggunakan teknik yang sama dengan ekstraksi dan identifikasi dari contoh tanah namun spora hasil *trapping* tidak menggunakan teknik sentrifugasi.

Analisis Data

Data berupa persentase kolonisasi akar, kepadatan spora, dan status keanekaragaman FMA dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase kolonisasi akar

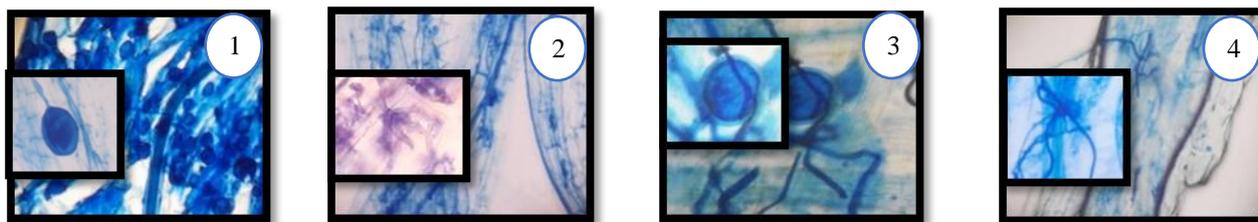
Hasil pengamatan terhadap contoh tanah yang berasal dari rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. berasal dari lahan tambang PT. Cibaliung Sumberdaya disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengamatan persentase kolonisasi akar pada 4 jenis tanaman *Desmodium* spp. terlihat bahwa semua sampel akar terdapat kolonisasi FMA dan persentase kolonisasi sangat tinggi yaitu dalam kisaran 92 - 100% (Tabel 1). Kolonisasi akar merupakan bentuk proses simbiosis antara akar tanaman inang dan FMA. Menurut Baptista *et al.* (2011) proses kolonisasi akar terbagi menjadi 4 tahapan yaitu sebelum infeksi, penetrasi hifa pada akar tanaman inang, hifa tumbuh dan berkembang pada sel akar dan tahapan akhir FMA akan menjalankan fungsinya membantu penyerapan hara dan air untuk tanaman inang.

Asosiasi FMA bersama *Desmodium* spp. dapat diketahui dengan terbentuknya struktur yang khas dari kolonisasi FMA pada akar tanaman inangnya. Struktur FMA dapat berupa hifa internal dan hifa eksternal, spora, vesikula, arbuskula, dan miselia. Hasil pengamatan pada sampel akar tanaman *Desmodium* spp., terbentuk struktur hifa internal dan eksternal, vesikula, arbuskula, dan spora (Gambar 1). Struktur yang dibentuk oleh spora FMA ini berfungsi dalam menjalankan peranan penting dalam proses asosiasi. Hifa terbentuk dari perkecambahan spora, yang berperan dalam menyerap unsur hara dan air dari luar ke dalam akar dan selanjutnya digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang. Struktur arbuskula memiliki bentuk seperti pohon, terbentuk dari cabang-cabang hifa intraradikal yang berada antara dinding sel dan membran sel. Arbuskula berperan penting sebagai tempat pertukaran unsur hara dan karbon antara FMA dan tanaman inang serta tempat penyimpanan sementara mineral, nutrisi, dan gula. Sedangkan vesikula merupakan struktur berdinding tipis yang terbentuk dari pembengkakan pada ujung hifa, berbentuk bulat, lonjong, atau tidak teratur. Vesikula berperan sebagai organ penyimpanan cadangan makanan seperti lipid dan dalam waktu tertentu berperan sebagai spora yang merupakan alat pertahanan kehidupan FMA. Selanjutnya spora, merupakan organ perbanyak diri FMA, terbentuk dari hifa ekstraradikal yang memiliki bentuk tunggul maupun berkoloni (sporocarps). Spora memiliki komposisi yang terdiri dari polisakarida, lipid, protein, dan kitin. Spora memiliki organ seperti mitokondria, retikulum endoplasma, dan vakuola. Dalam memperbanyak diri, spora terlebih dahulu mengalami perkecambahan untuk menghasilkan hifa untuk menginfeksi akar tanaman inangnya (Peterson *et al.* 2004; Simanungkalit *et al.* 2006).

Tabel 1 Jenis, jumlah spora dan persentase kolonisasi akar FMA pada sampel tanah sebelum *trapping* asal PT. Cibaliung Sumberdaya.

Jenis tanaman	Jenis FMA	Jumlah spora/20 g contoh tanah	kolonisasi akar (%)
<i>D. heteropylum</i>	<i>Glomus</i> sp. 15, <i>Glomus</i> sp. 21	10	100
<i>D. ovalifolium</i>	<i>Glomus</i> sp. 16, <i>Glomus</i> sp. 20, <i>Acaulospora</i> sp. 3	17	92
<i>D. triflorum</i>	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 5, <i>Glomus</i> sp. 16	21	100
<i>D. heterocarpon</i>	<i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 9	89	100



Gambar 1 Struktur FMA (a) Vesikula (b) Arbuskula (c) Spora (d) Hifa internal (Pembesaran 10 x)

Tabel 2 Jenis, jumlah spora dan kolonisasi akar FMA dari sampel tanah setelah kultur *trapped* asal dengan beberapa jenis tanaman inang.

Sumber inokulum	Jenis tanaman inang	Jenis FMA	Jumlah spora/20 g contoh tanah	% kolonisasi akar (%)
<i>D. heteropylum</i>	<i>S. vulgare</i>	<i>Glomus</i> sp. 2, <i>Glomus</i> sp. 20	18	91.1 (sangat tinggi)
	<i>P. javanica</i>	<i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 17, <i>Glomus</i> sp. 21, <i>Acaulospora</i> sp. 2	55	22.2 (rendah)
	<i>D. ovalifolium</i>	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 21, <i>Acaulospora</i> sp. 1	32	64.4 (tinggi)
<i>D. ovalifolium</i>	<i>S. vulgare</i>	<i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 6, <i>Glomus</i> sp. 15, <i>Glomus</i> sp. 22	16	73.3 (tinggi)
	<i>P. javanica</i>	<i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 8	28	33.3 (sedang)
	<i>D. ovalifolium</i>	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 7	20	26.7 (sedang)
<i>D. triflorum</i>	<i>S. vulgare</i>	<i>Glomus</i> sp. 8, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 22, <i>Glomus</i> sp. 23	26	88.9 (sangat tinggi)
	<i>P. javanica</i>	<i>Glomus</i> sp. 2, <i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 5	16	37.8 (sedang)
	<i>D. ovalifolium</i>	<i>Glomus</i> sp. 10, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 20	42	83.3 (sangat tinggi)
<i>D. heterocarpon</i>	<i>S. vulgare</i>	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 9, <i>Glomus</i> sp. 13, <i>Glomus</i> sp. 16, <i>Glomus</i> sp. 18, <i>Acaulospora</i> sp. 3	105	95.5% (sangat tinggi)
	<i>P. javanica</i>	<i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 9, <i>Glomus</i> sp. 10, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 14	114	48.9 (sedang)
	<i>D. ovalifolium</i>	<i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 6, <i>Glomus</i> sp. 9, <i>Glomus</i> sp. 10, <i>Glomus</i> sp. 12, <i>Glomus</i> sp. 19	65	57.8 (tinggi)

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar setelah *trapping* menunjukkan nilai yang bervariasi. Bervariasinya persentase kolonisasi akar, salah satunya dipengaruhi oleh jenis tanaman inang. Pada tabel 2 terlihat bahwa penggunaan tanaman inang *S. vulgare* selalu memberikan nilai persentase kolonisasi akar paling tinggi pada semua perlakuan inokulum yaitu pada inokulum asal *D. heteropylum* 91.1%, *D. ovalifolium* 91.1%, *D. triflorum* 88.9%, dan *D. heterocarpon* 95.5%. Ini menunjukkan bahwa tanaman inang *S. vulgare* memiliki tingkat kecocokan yang tinggi terhadap FMA. Hal ini dimungkinkan karena tanaman memiliki sistem perakaran yang luas dan dalam, toleran terhadap lingkungan rumah kaca dan merupakan tanaman cepat tumbuh (Herryawan 2012).

Menurut Deptan (1990) tanaman sorgum memiliki akar-akar sekunder dua kali lebih banyak serta memiliki sistem perakaran dalam sehingga spora FMA dapat

menginfeksi dengan lebih mudah. Selain itu juga sorgum memiliki kemampuan beradaptasi pada kisaran ekologi yang luas, sorgum dapat tumbuh pada kondisi yang sangat panas atau kondisi curah hujan tinggi, kemampuan adaptasi yang tinggi ini yang menyebabkan tanaman sorgum tetap tumbuh dengan baik pada kondisi rumah kaca. Sorgum juga merupakan jenis tanaman cepat tumbuh, sehingga tanaman ini akan cepat melakukan proses fotosintesis dan menghasilkan karbohidrat yang akan digunakan dalam proses pembentukan hifa intraradikal dalam akar tanaman inang.

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar bahwa sumber inokulum *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* menunjukkan nilai persentase kolonisasi akar sedang yaitu 26.7%. Seharusnya kombinasi perlakuan ini dapat memberikan nilai persentase kolonisasi yang paling tinggi karena

menggunakan sumber FMA *indigenus* asal *D. ovalifolium*. Menurut Delvian (2006) FMA *indigenus* memiliki potensi yang tinggi untuk membentuk kolonisasi yang ekstensif karena mengenali tanaman inangnya, selain itu FMA *indigenus* memiliki sifat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan dengan cekaman yang tinggi. Kemungkinan pada pemeliharaan terdapat faktor lain yang mempengaruhi proses kolonisasi akar, pengamatan pada akar tanaman inang *D. ovalifolium* menunjukkan bahwa akar tidak berkembang dengan baik, terlihat jumlah akar yang sedikit, dan tanaman terlihat layu dengan daun menguning. Hal ini disebabkan adanya serangan nematoda pada perakaran *D. ovalifolium* yang terbawa dari sumber inokulum tanah dari lapangan. Serangan nematoda ini menyebabkan perakaran membusuk dan terganggunya serapan hara dan air oleh tanaman. Schmidt *et al.* (2001) menyatakan bahwa tanaman *Desmodium* sp. rentan terhadap serangan nematoda, di Amerika Selatan pernah terjadi serangan nematoda pada pertanaman *Desmodium* sp. hingga menyebabkan tanaman layu, kerdil, daun menguning hingga menyebabkan kematian tanaman.

Kolonisasi akar paling rendah ditunjukkan oleh kombinasi antara sumber inokulum *D. heteropylum* dan tanaman inang *P. javanica* yaitu 22.2%. Hal ini karena tingkat kecocokan antara tanaman inang *P. javanica* dengan sumber inokulum asal *D. heteropylum* yang rendah. Sedangkan penggunaan jenis tanaman inang yang lain tetap menunjukkan persentase kolonisasi yang tinggi hingga sangat tinggi yaitu pada *S. vulgare* 91.1 % dan *D. ovalifolium* 64.4%. Hal ini karena daya infektivitas dan efektivitas yang berbeda pada setiap inang, karena hanya inang yang disukai oleh FMA yang memberikan tanggapan simbiotik dan kolonisasi yang maksimal. Wulandari *et al.* (2014) menyatakan, inokulasi spora jenis *Glomus* sp. pada tanaman inang jagung, jarak pagar, dan bawang merah menghasilkan persentase kolonisasi masing-masing 58%, 31%, dan 56%.

Kepadatan spora FMA

Hasil pengamatan kepadatan spora pada 4 inokulum tanah asal rhizosfer *Desmodium* spp. menunjukkan bahwa jumlah spora yang ditemukan sangat bervariasi yaitu dalam kisaran 10 - 89 spora per 20 g tanah (Tabel 1). Siklus hidup FMA dimulai ketika propagul berupa spora dan hifa mengalami kontak dengan inang yang sesuai. Hifa akan melakukan penetrasi dengan membentuk appresoria untuk masuk ke dalam sel akar tanaman inang. Hifa FMA akan berkembang ekstensif di dalam ruang interseluler dalam korteks, membentuk hifa intraradikal, kemudian membentuk arbuskula dan vesikula. Siklus akhir FMA akan membentuk organ pertahanan berupa spora (Smith and Read 2008).

Hasil pengamatan setelah *trapping* menunjukkan bahwa jumlah spora mengalami peningkatan, yaitu dari kisaran 10-89 spora per 20 g contoh tanah menjadi 16 – 114 spora per 20 g contoh tanah. Peningkatan jumlah spora dikarenakan adanya perlakuan *trapping* yang bertujuan untuk menstimulasi sporulasi yang terdapat di dalam tanah yang berasal dari lapangan. Setiap jenis FMA akan aktif pada periode waktu yang berbeda-beda,

sebagian jenis FMA jumlahnya akan melimpah pada musim hujan sedangkan sebagian yang lain pada musim kemarau dan ada jenis FMA yang akan aktif sepanjang tahun (Oehl *et al.* 2009). Suharno *et al.* (2015) menambahkan peningkatan jumlah spora hasil *trapping* didukung dengan kondisi lingkungan rumah kaca yang terkontrol dan stabil, sehingga memberikan kesempatan spora yang diisolasi dari lapangan yang belum berkecambah mengalami perkecambahan dan membentuk spora baru.

Pada penelitian ini, masing-masing perlakuan menunjukkan jumlah spora yang bervariasi, namun terdapat kombinasi perlakuan tertentu yang cenderung menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi lain, yaitu kombinasi yang terdapat perlakuan sumber inokulum *D. heterocarpon* dengan ketiga jenis tanaman inang, *S. vulgare* menghasilkan 105 spora, *P. javanica* 114 spora, dan *D. ovalifolium* 65 spora untuk 20 g contoh tanah. Data ini menunjukkan bahwa sumber inokulum asal *D. heterocarpon* memiliki spora yang memiliki efektivitas yang tinggi, hal ini sejalan dengan nilai persentase kolonisasi akar yaitu pada *S. vulgare* 95.5%, *P. javanica* 48.9% dan *D. ovalifolium* 57.8%. Selain tingkat efektivitas spora yang mendukung jumlah spora pada perlakuan kombinasi itu, dimungkinkan juga karena jumlah spora asal dari inokulum *D. heterocarpon* menunjukkan jumlah paling banyak dibandingkan sumber inokulum lain yaitu 89 spora per 20 g contoh tanah (Tabel 1). Jumlah spora ini berkaitan dengan meningkatnya kesempatan spora untuk menginfeksi akar. Sejalan dengan hasil penelitian Nurbaity *et al.* (2011) inokulasi spora dengan perlakuan jumlah spora (0, 50, 100 dan 150 spora) pada tanaman kentang menunjukkan bahwa persentase kolonisasi akar yang berbeda yaitu 0%, 31%, 37% dan 52%, terlihat bahwa perlakuan jumlah spora paling tinggi yaitu 150 spora memberikan nilai persentase kolonisasi akar paling tinggi pula. Ditambahkan hasil penelitian Widiastuti dan Sukarno (2005), perlakuan inokulasi spora *Acaulospora tuberculata* dengan 3 dosis jumlah spora (200, 350 dan 500 spora) pada bibit kelapa sawit menunjukkan bahwa perlakuan 500 spora *A. tuberculata* berpengaruh nyata dalam meningkatkan bobot basah tajuk, bobot kering akar dan total bobot basah dan kering bibit kelapa sawit.

Keragaman spora FMA

Hasil isolasi dan identifikasi spora asal 4 inokulum rhizosfer *Desmodium* spp. ditemukan 2 genus FMA yaitu genus *Glomus* 8 tipe spora dan genus *Acaulospora* 1 tipe spora (Tabel 1). Keragaman jenis tanaman inang, tipe spora, dan kondisi lingkungan seperti kondisi tanah secara langsung menunjukkan respon yang berbeda terhadap persentase kolonisasi, jumlah spora, dan keragaman tipe spora (Quilambo 2003).

Hasil pengamatan terhadap kultur *trapping* menunjukkan terjadinya peningkatan keragaman tipe spora pada semua kombinasi perlakuan. Keragaman tipe spora genus *Glomus* pada contoh tanah sebelum *trapping* terdiri dari 8 tipe spora kemudian berkembang menjadi 23 tipe spora FMA, sedangkan genus *Acaulospora* yang awal hanya ditemukan 1 tipe spora bertambah menjadi 3 tipe spora FMA. Terlihat bahwa spora genus *Glomus*

selalu mendominasi keragaman jenis spora sebelum dan setelah penangkaran, menurut Wanda *et al.* (2015), spora genus *Glomus* merupakan jenis spora yang paling dominan ditemukan pada beberapa kondisi ekosistem, karena jenis FMA ini memiliki kisaran inang yang luas. Hasil penelitian Hartoyo *et al.* (2011), keanekaragaman FMA pada rizosfer *Centella asiatica* menunjukkan dari total 14 spesies yang ditemukan 10 spesies adalah tipe *Glomus*. Ditambahkan hasil penelitian Delvian (2006), pengamatan yang dilakukan sebanyak 5 kali pada lokasi yang sama menunjukkan total 13 tipe spora, yang terdiri dari *Glomus* sebanyak 8 tipe, *Acaulospora* sebanyak 3 tipe dan *Gigaspora* dan *Sclerocystis* masing-masing 1 tipe spora.

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar, jumlah spora, dan keragaman jenis menunjukkan bahwa kombinasi inokulum asal *D. heterocarpon* dengan ketiga tanaman inang juga selalu menunjukkan nilai paling tinggi yaitu pada tanaman inang *S. vulgare* 95.5% (sangat tinggi), 105 spora dengan 7 tipe spora (*Glomus* 6 tipe dan *Acaulospora* 1 tipe), *P. javanica* 48.9% (sedang), 114 spora dengan 5 tipe spora *Glomus* dan *D. ovalifolium* 57.8% (tinggi), 65 spora dengan 6 tipe spora *Glomus*.

SIMPULAN

Keanekaragaman FMA dari 4 rhizosfer *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten sebelum dan setelah *trapping* menunjukkan peningkatan jumlah spora, keragaman jenis FMA, sedangkan nilai persentase kolonisasi akar relatif bervariasi. Hasil pengamatan jumlah spora menunjukkan peningkatan dari 10-89 spora per 20 g tanah meningkat menjadi 16-114 spora per 20 g tanah, keragaman tipe spora terdiri dari 8 tipe *Glomus* dan 1 *Acaulospora* menjadi 23 tipe *Glomus* dan 3 tipe *Acaulospora*. Sedangkan persentase kolonisasi akar dari 92 – 100% dan setelah kultur *trapping* menjadi 22.2 – 95.5%.

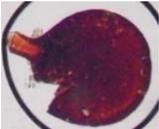
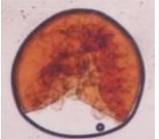
DAFTAR PUSTAKA

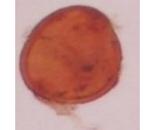
- Baptista P, Tavares RM, Neto TL. 2011. Signaling in ectomycorrhizal symbiosis establishment. In: Rai M dan Varma A, editor. *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae*. Portugal (PT). Springer.
- Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N. 1996. *Working with Mycorrhizas In Forestry and Agriculture*. Canberra (AU): Australian Centre for International Agricultural Research.
- Clapp JP, Fitter AH, Merryweather JW. 1996. Arbuskular mycorrhizas. In: Hall GS, Lasserre P, Hawksworth DL, Editor. *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments*. Wallingford, Oxon (UK). CAB International.
- Delvian. 2006. Dinamikan sporulasi cendawan mikoriza arbuskula [Karya Tulis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- [Deptan] Departemen Pertanian. 1990. *Teknologi Budidaya Sorgum*. Jayapura (ID): Balai Informasi Pertanian Irian Jaya.
- Ding G, Liu X, Herbert S, Novak J, Amarasiriwardena D, Xing B. 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*. 130: 229-239.
- Evans DO, Joy RJ, Chia CL. 1988. Cover crop for orchards in Hawaii. Research Extension Series 094.
- Goltapeh EM, Danesh YZ, Prasad R, Varma A. 2008. Mycorrhizal fungi: what we know and what should we know?. In : Varma A, editor. *Mycorrhiza: State of the Art, Genetics and Molecular Biology, Eco-Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematics*. India (IN). Springer.
- Hasanah NI. 2014. Pengembangan *Desmodium* spp. sebagai tanaman penutup tanah dalam reklamasi lahan pasca tambang [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Herryawan KM. 2012. Perbanyak inokulum fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara sederhana. *Jurnal Pastura*. 2 (2): 57-60.
- Hartoyo B. 2012. Efektivitas fungi mikoriza arbuskula pada penggunaan pupuk fosfat alami dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan, biomassa dan produksi asiatikosida pegagan (*Centella asiatica* L. Urban) di andosol [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mansur I. 2010. *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Bogor (ID): SEAMEO BIOTROP.
- Nurbaity A, Sunarto T, Hindersah R, Solihin A, Kalay M. 2011. Fungi mikoriza arbuskula asal Pendeglang, Jawa Barat sebagai agens hayati pengendali nematoda sista kentang. *Jurnal Agrotropika*. 16 (2): 57-61.
- Nusantara AP, Bertham YH, Mansur I. 2012. *Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Bogor (ID): Kerjasama SEAMEO BIOTROP dengan IPB press.
- Oehl F, Sieverding E, Ineichen K, Mader P, Wiemken A, Boller T. 2009. Distinct sporulation dynamics of arbuscular mycorrhizal fungal communities from different agroecosystems in long-term microcosms. *Journal Agriculture Ecosystems and Environment*. 134: 257-268.
- Pacioni G. 1992. Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuskular fungi. 317- 322. In : Norris JR, Read DJ, Varma AK, editor. *Methods In Microbiology*. London (GB). Academic Press.
- Peterson RL, Massicotte HB, Melville LH. 2004. *Mycorrhizas : Anatomy and Cell Biology*. Ottawa (CA). NRC Research Press.
- Prafithriasari M, Nurbaity A. 2010. Infektivitas inokulan *Glomus* sp. dan *Gigaspora* pada berbagai komposisi media zeolit-arang sekam dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*). *Jurnal Agrikultura*. 21 (1): 39-45.
- Quilambo OA. 2003. The vesicular-arbuskular mycorrhizal symbiosis. *African Journal of Biotechnology*. 2 (12): 539-546.
- Rillig MC, Steinberg PD. 2002. Glomalmin production by an Arbuscular Mycorrhizal Fungus: A mechanism of habitat modification. *Soil Biology & Biochemistry*. 34: 1371-1374.

- Simanungkalit RD, Saraswati R, Hastuti RD, Husen E. 2006. Bakteri penambat fosfat. Di Dalam: Simanungkalit RD, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W, Editor. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Schmidt A, Peters M, Kraft R S. 2001. *Desmodium heterocarpon* (L.) DC. Subsp. *Ovalifolium* (Prain) Ohashi. *Pagina*. 1-13.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. London (GB). Academic Press.
- Suharno, Sancayaningsih RP. 2013. Fungi mikoriza arbuskula: potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Jurnal Bioteknologi*. 10 (1): 31- 42.
- Suharno, Tanjung RH, I VA, Sufaati S. 2015. Keragaman fungi mikoriza arbuskula pada tumbuhan pokem [*Setaria italica* (L). Beauv.] dengan metode *trapping*. *Jurnal Biologi Papua*. 7 (2): 68-77.
- Suharti N, Habazar T, Nasir N, Dachryanus dan Jamsari. 2011. Induksi ketahanan jahe terhadap penyakit layu *Rastonia solanecearum* ras 4 menggunakan fungi mikoriza arbuskula (FMA) indigenus. *Jurnal HPT Tropika*. 11 (1) : 102-111.
- Wanda AR, Yuliani, Trimulyono G. 2015. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) di hutan pantai nepa Sampang Madura berdasarkan gradien salinitas. *Lentera Bio*. 4(3): 180-186.
- Widiastuti H, Sukarno N. 2005. Penggunaan spora cendawan mikoriza arbuskula sebagai inokulum untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit. *Jurnal Manara Perkebunan*. 73 (1): 26-34.
- Wulandari G, Suwirman, Noli ZA. 2014. Kompetibilitas spora *Glomus* hasil isolasi dari Rhizosfer Macaranga triloba dengan tiga jenis tanaman inang. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 3 (2): 116-122.
- Zuhelmi V, Aneloi Z, Suwirman. 2015. Pengatur tumbuh giberalin (GA3) dalam upaya reklamasi lahan pasca tambang batu kapur [Prosiding Seminar Nasional Biodeversitas dan Ekologi Indonesia]. Padang (ID). Jurusan biologi FMIPA, Universitas Andalas.

Lampiran 1 Karakteristik tipe spora FMA dari 4 rhizosfer *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten

Tipe Spora	Karakteristik Morfologi	Reaksi dengan Melzer's
 <i>Glomus</i> sp. 1	Spora bulat, berwarna orange jernih, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 96.91- 112.598 x 93.38-155.56 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 2	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora halus dan tipis, ukuran 87.50-139.10 x 119.44-125 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 3	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 60.93-128.245 x 78.52-177.78 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 4	Spora bulat, berwarna orange tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 99.54-114.06 x 91.64-110.98 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 5	Spora bulat, berwarna orange kemerahan, permukaan halus dan tebal, ukuran 116.21-137.90 x 117.198-142,23 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 6	Spora bulat, berwarna merah kehitaman dan motif warna orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 82.87-93.11 x 68.77-90.65 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 7	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 156.975 x 149.233 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 8	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 93.11-161.32 x 112.99-197,22 μm .	Tidak bereaksi
 <i>Glomus</i> sp. 9	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 91.33-151.17 x 83.317-161.37 μm .	Tidak bereaksi

Tipe Spora	Karakteristik Morfologi	Reaksi dengan Melzer's
	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 117.19-134.86 x 89.12-125.53 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 10		
	Spora bulat, berwarna merah tua pada dinding dan orange bagian dalam spora, permukaan spora kasar dan tebal ukuran 88.89-116.21 x 59.81-117.19 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 11		
	Spora bulat, berwarna merah bercak orange, permukaan spora halus dan tipis ukuran 109.31-137.90 x 108.93-142.23 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 12		
	Spora bulat, jernih, permukaan spora halus dan tipis, ukuran 97.78 x 93.15 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 13		
	Spora bulat, berwarna merah kehitaman, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 82.87 x 68.77 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 14		
	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 175.03 x 171.90 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 15		
	Spora bulat, berwarna coklat muda, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 110.09 x 107.58 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 16		
	Spora elips, berwarna orange muda, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 137.53 x 117.23 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 17		
	Spora elips, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 106.20 x 87.28 μm .	Tidak bereaksi
<i>Glomus</i> sp. 18		

Tipe Spora	Karakteristik Morfologi	Reaksi dengan Melzer's
 <p data-bbox="225 376 379 409"><i>Glomus</i> sp. 19</p>	Spora elips, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 103.03 x 85.78 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="225 577 379 611"><i>Glomus</i> sp. 20</p>	Spora elips, berwarna orange kecokelatan, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 72,85-105.002 x 86.2919-110.81 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="225 786 379 819"><i>Glomus</i> sp. 21</p>	Spora bulat, berwarna merah tua-orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 81.25-150.01 x 134.38-147.22 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="225 969 379 1003"><i>Glomus</i> sp. 22</p>	Spora bulat, berwarna merah-bercak orange tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 105.21-133.04 x 93.76-161.37 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="225 1167 379 1200"><i>Glomus</i> sp. 23</p>	Spora bulat, berwarna kuning jernih, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 137.72 x 123.63 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="201 1361 403 1395"><i>Acaulospora</i> sp. 1</p>	Spora bulat, berwarna coklat kehitaman, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 107.812 x 98.449 μm .	Bereaksi
 <p data-bbox="201 1563 403 1597"><i>Acaulospora</i> sp. 2</p>	Spora bulat, berwarna Orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 143.89 x 139.06 μm .	Tidak bereaksi
 <p data-bbox="201 1798 403 1832"><i>Acaulospora</i> sp. 3</p>	Spora elips, berwarna merah orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 101.32 x 103.09 μm .	Tidak bereaksi