

**APLIKASI *Desmodium ovalifolium* YANG DIINOKULASI FUNGI MIKORIZA
ARBUSKULA PADA BIBIT *Octomeles sumatrana* Miq. DI TANAH PASCA TAMBANG**

(The Effect Application of *Desmodium ovalifolium* Inoculated with Arbuscular Mycorrhizal Fungi
on *Octomeles sumatrana* Miq. Seedling on Post Mining Soil)

***Sri Muryati¹⁾, Irdika Mansur²⁾ dan/and Sri Wilarso Budi²⁾**

¹⁾Prodi Kehutanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Jambi, Telp (0741) 60825
Fax. (0741) 5910532, Jalan Kapt. Pattimura, Simpang Empat, Sipin, Kode Pos 36124, Jambi, Indonesia

²⁾Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Ulin, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

e-mail : srimuryati110889@gmail.com

Naskah masuk: 31 Maret 2020; Naskah direvisi: 30 Juni 2020; Naskah diterima: 3 Agustus 2020

ABSTRACT

Mining activities resulted on environmental degradation and ecosystem damage. Legume cover crop forming symbiosis with beneficial soil microorganism is widely well known to be used for degraded land reclamation such as in post mining area. *Desmodium* spp. is one of legume cover crop forming symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and rhizobium. This study aimed: (1) to isolate and characterize AMF collected from rhizosfer of 4 species of *Desmodium* spp. grow in gold mining of PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten; (2) to study the growth of *Octomeles sumatrana* planted together with *D. ovalifolium* inoculated with AMF. Soil collected from post mining was used as growth media. There were two factors in this study: AMF inoculation and compost treatments. Based on morphological characteristics after culture breeding, there were 23 spesies of *Glomus* sp. and 3 spesies of *Acaulospora* sp. isolated from 4 spesies of *Desmodium* spp. collected in PT. Cibaliung Sumberdaya. Inoculation of AMF and compost application increased height of *O. sumatrana* in two weeks after planting. Single inoculation of AMF into *O. sumatrana* improved height and increased number of spore as well. Combination of compost with post mining soil had the highest increased in height, diameter, total biomass, roots biomass, and sprout biomass of *O. sumatrana*.

Keyword: compost, *Desmodium* spp., mycorrhiza, *Octomeles sumatrana*, post mining

ABSTRAK

Aktivitas pertambangan menyebabkan kerusakan lingkungan dan kerusakan ekosistem. Simbiosis legum penutup tanah dengan mikroorganisme tanah diketahui dapat digunakan untuk reklamasi lahan khususnya pada lahan pasca tambang. *Desmodium* spp. adalah salah satu jenis legum penutup tanah yang mampu bersimbiosis dengan fungi mikoriza arbuskula dan *rhizobium*. Penelitian ini bertujuan (1) mengisolasi dan mengkarakterisasi tipe spora FMA pada rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. asal areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten; (2) menganalisis respon pertumbuhan bibit *O. sumatrana* terhadap kombinasi penanaman dengan bibit *D. ovalifolium* yang diinokulasi FMA pada tanah tambang. Penelitian ini terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu inokulasi FMA dan media tanam. Hasil pengamatan pada 4 jenis *Desmodium* spp. asal PT Cibaliung Sumberdaya setelah kultur penangkaran menunjukkan keragaman tipe FMA terdiri dari 23 tipe spora *Glomus* dan 3 tipe spora *Acaulospora*. Hasil analisis data terhadap pertumbuhan *D. ovalifolium* menunjukkan perlakuan inokulasi FMA dan media tanam memberikan interaksi pada peubah umur 2 minggu setelah tanam (MST). Faktor tunggal inokulasi FMA memberikan pengaruh nyata pada peubah pertambahan diameter batang, dan jumlah spora. Kombinasi penambahan kompos pada tanah pasca tambang dapat meningkatkan peubah pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang, biomassa total, biomassa akar dan biomassa pucuk.

Kata kunci : *Desmodium* spp., kompos, lahan pasca tambang, mikoriza, *Octomeles sumatrana*

I. PENDAHULUAN

Sektor tambang memiliki peranan penting terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Namun perubahan ekosistem terutama susunan tanah akibat aktivitas penambangan menyebabkan terjadinya degradasi lahan.

*Kontribusi penulis: Sri Muryati sebagai kontributor utama

Perubahan susunan tanah akibat aktivitas penambangan mengakibatkan degradasi lahan seperti hilangnya lapisan *topsoil*, struktur tanah didominasi pasir, hilangnya mikroorganisme tanah, porositas tanah yang rendah, permeabilitas tanah lambat, aerasi tanah yang buruk, serta permasalahan pH tanah. Oleh karena itu, upaya reklamasi lahan pasca tambang perlu dilakukan untuk mengembalikan produktivitas lahan dan mencegah kerusakan lingkungan yang lebih besar (Tamin, 2010).

Penggunaan jenis tanaman penutup tanah merupakan salah satu alternatif dalam memperbaiki kondisi lahan pasca penambangan. Tanaman penutup tanah memiliki fungsi dalam mencegah erosi, meningkatkan sifat tanah baik secara fisik, kimia, dan biologi, menjaga kelembaban tanah, dan melindungi tanah dari terpaan langsung air hujan yang dapat menyebabkan hilangnya lapisan top soil tanah (Evans, Joy, & Chia, 1988). Penggunaan tanaman penutup tanah merupakan salah satu metode yang telah banyak digunakan dalam mengurangi dampak erosi pada lahan pasca tambang (Hasanah, 2014).

Indonesia memiliki beberapa jenis tanaman penutup tanah yang telah banyak dikembangkan dan diterapkan 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 membutuhkan biaya ekstra dalam pemeliharaan agar tidak mengganggu pertumbuhan tanaman pokok (Mansur, 2013). Upaya pengembangan jenis alternatif yang dapat tumbuh secara alami perlu dilakukan untuk mengevaluasi kekurangan dari jenis yang biasa digunakan (Hasanah, 2014). Salah satu jenis legum penutup tanah yang memiliki potensi untuk dikembangkan pada lahan pasca tambang yaitu tanaman *Desmodium* spp. (Evans *et al.*, 1988). Hasil penelitian Zuhelmi, Aneloi, & Suwirmen (2015) menyatakan penanaman *D. heteropyllum* di lahan pasca tambang kapur memiliki kecepatanutupan lahan mencapai 17,09 persen selama 8 minggu setelah tanam (MST).

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. Simbiosis FMA dengan inang dapat meningkatkan ketahanan inang terhadap serangan patogen akar (Suharti, Habazar, Nasir, Dachryanus, dan Jamsari, 2011), hifa FMA juga menghasilkan glomalin yang berperan mengatur stabilisasi agregasi tanah, FMA juga dapat membantu dalam

proses fitoremediasi pada lahan tercemar logam berat (Suharno & Sancayaningsih, 2013).

Penggunaan jenis pohon cepat tumbuh merupakan salah satu upaya dalam mempercepat pemulihan fungsi ekologi pada lahan pasca tambang, salah satu jenis yang berpotensi dikembangkan yaitu *Octomeles sumatrana*. Menurut Suhartati dan Junaedi (2013); Azahar, Al-Naqeb, Hasan, dan Adam (2012) *O. sumatrana* merupakan pohon pioner yang daunnya selalu hijau, tanaman cepat tumbuh, memiliki batang lurus dan silindris yang memiliki potensial sebagai salah satu jenis tanaman hutan alternatif untuk pembangunan hutan tanaman industri. Kombinasi penanaman *Desmodium* spp. yang diinokulasi FMA dengan bibit *O. sumatrana* diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan *O. sumatrana* pada tanah pasca tambang.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengisolasi dan mengkarakterisasi tipe spora FMA pada rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. asal areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten dan menganalisis respon pertumbuhan bibit *O. sumatrana* terhadap kombinasi penanaman dengan bibit *D. ovalifolium* yang diinokulasi FMA pada tanah tambang.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Desember 2015. Pengambilan sampel tanah dan akar *Desmodium* spp.

dilaksanakan pada rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang tumbuh pada areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Banten dan pada kawasan tersebut belum dilakukan kegiatan penambangan. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Mikoriza dan Kualitas Bibit dan Rumah Kaca Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh tanah dan akar dari 4 jenis tanaman *Desmodium* spp. asal areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, aquades, larutan KOH 20%, HCl 0,1 M, larutan destaining, HCl 0.1 M, larutan sukrosa 60%, larutan trypan blue, polynil alkohol lactogliserol (PVLG), larutan Melzer's, benih *Sorghum vulgare*, benih *P. javanica*, benih *D. ovalifolium*, zeolit, hyponex merah, pupuk kompos, tanah topsoil, tanah pasca tambang asal PT. Holcim Indonesia, kokopit, pestisida, autoclave, oven, centrifuge, micro pipet, gelas objek, kaca penutup, satu set penyaring dengan diameter lubang 500 μ m, 125 μ m dan 63 μ m, timbangan analitik, gunting, kertas label, optilab camera, cawan petri, sprayer, dissecting microscope, compound microscope, polibag, meteran, dan jangka sorong.

B. Prosedur Kerja

Prosedur kerja diawali dengan pengamatan persentase kolonisasi akar dan

identifikasi spora pada contoh tanah asal rhizosfer *Desmodium spp.* yang terdapat pada areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya. Pengamatan kolonisasi akar mengacu metode Clapp, Fitter, dan Merryweather (1996) sedangkan isolasi spora untuk identifikasi metode tuang saring basah dari Pacioni (1992) dan dilanjutkan dengan sentrifugasi (Brundrett, Bougher, Dell, Grove, & Malajczuk, 1996). Kemudian sumber inokulum tanah dilakukan kultur penangkaran (trapping) dengan mengacu pada Brundrett *et al.*, (1996). Sumber inokulum tanah yang digunakan berasal dari rhizosfer *D. heterophyllum* (D₁), *D. ovalifolium* (D₂), *D. triflorum* (D₃) dan *D. heterocarpon* (D₄) dengan menggunakan 3 jenis tanaman inang terdiri dari *S. vulgare* (I₁), *P. javanica* (I₂) dan *D. ovalifolium* (I₃). Percobaan terdiri dari 12 kombinasi yang diulang sebanyak 7 kali sehingga terdapat 84 pot tanaman. Setelah proses penangkaran sampel akar dan inokulan dilakukan perhitungan persentase kolonisasi akar, jumlah spora dan tipe spora. Data ini merupakan dasar penentuan inokulan yang akan diaplikasikan pada tanaman *D. ovalifolium*. Kemudian inokulan diinokulasikan pada saat pengecambahan benih *D. ovalifolium* sebanyak 10 g per pottray. Setelah inokulasi bibit *D. ovalifolium* dipelihara selama 2 bulan, kemudian dilakukan penanaman berdampingan dengan bibit *O.*

sumatrana yang berumur 6 bulan. Pengamatan pertumbuhan bibit *O. sumatrana* dilakukan dengan periode pengamatan setiap 2 minggu sekali, dimulai dari tanaman berumur 2 minggu setelah tanam hingga 10 minggu setelah tanam.

C. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan petak terbagi (split plot design) yang terdiri dari dua faktor perlakuan yaitu inokulasi FMA dan media tanam. Faktor 1 inokulasi FMA terdiri dari 6 taraf yaitu kontrol (tanpa inokulasi FMA), inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare* (D₄I₁), inokulan asal *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₃I₃), inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₃), inokulan asal *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica* (D₂I₂) dan inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃). Faktor 2 media tanam terdiri dari 2 taraf yaitu tanah pasca tambang (T₁), tanah pasca tambang dan kompos (T₂). Terdapat 12 kombinasi perlakuan, tiap perlakuan terdiri dari 9 kali ulangan, dengan masing-masing ulangan terdiri dari 1 bibit sehingga terdapat 108 bibit. Adapun data yang diamati yaitu peubah pertambahan tinggi, pertambahan diameter, biomassa akar, biomassa pucuk, biomassa total, dan persentase kolonisasi akar.

Analisis data menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% sesuai dengan model Rancangan Petak Terbagi (RPT). Uji lanjut Duncan pada taraf 5% dilakukan jika terdapat pengaruh nyata terhadap peubah yang diamati. Pengolahan data statistik menggunakan bantuan *software* SAS 9.1.3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Identifikasi tipe FMA asal rhizosfer *Desmodium* spp. PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten

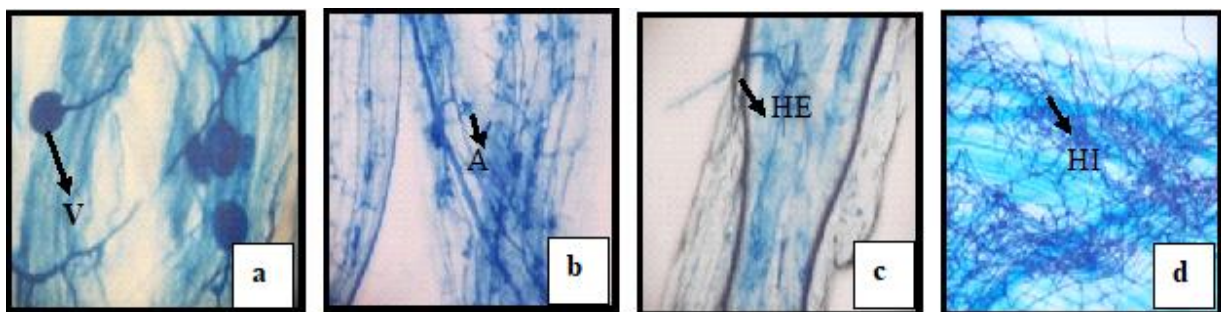
Hasil pengamatan pada contoh tanah asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp., dari areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Kolonisasi akar, jumlah spora, dan tipe spora fungi mikoriza arbuskula pada contoh tanah asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. dari areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten (*Root colonization, number and type of spores of arbuscular mycorrhizal fungi in the soil samples of rhizosphere originated from four species of Desmodium spp. from PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten*)

Jenis tanaman inang (Host plant)	Kolonisasi akar (%) (Root colonization (%))	Jumlah spora/20 g contoh tanah (Number of spore/20 g soil sample)	Tipe spora FMA (FMA Type)
<i>D. heterophyllum</i>	100	10	<i>Glomus</i> sp. 15, <i>Glomus</i> sp. 21
<i>D. ovalifolium</i>	92	17	<i>Glomus</i> sp. 16, <i>Glomus</i> sp. 20, <i>Acaulospora</i> sp.3
<i>D. triflorum</i>	100	21	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 5, <i>Glomus</i> sp. 16
<i>D. heterocarpon</i>	100	89	<i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 9

Hasil pengamatan pada persentase kolonisasi, jumlah spora dan tipe spora yang ditemukan pada sampel akar dan tanah 4 jenis *Desmodium* spp. asal areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya menunjukkan bahwa semua sampel akar terinfeksi FMA dengan persentase kolonisasi akar sangat tinggi (92% – 100%), kepadatan spora (10 spora – 89 spora per 20

gram tanah), dan tipe spora FMA (9 tipe *Glomus* dan 1 tipe *Acaulospora*) (Tabel 1). Asosiasi FMA terlihat dengan terbentuknya struktur khas pada akar tanaman inangnya. Adapun struktur FMA yang terbentuk yaitu hifa intraradikal, hifa ekstraradikal, vesikula, arbuskula, dan miselia (Gambar 1).



Gambar (Figure) 1. Struktur fungi mikoriza arbuskula pada akar *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten (a) vesikula; (b) arbuskula; (c) hifa ekstraradikal; (d) hifa intraradikal (*Structure of arbuscular mycorrhizal fungi from roots Desmodium spp. from PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten (a) vesikula; (b) arbuskula; (c) hifa ekstraradikal; (d) hifa intraradikal*)

Hasil pengamatan setelah perlakuan penangkaran menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah spora (16 spora – 114 spora per 20 g tanah), jumlah tipe spora (23

tipe *Glomus* dan 3 tipe *Acaulospora*) dan persentase kolonisasi akar dengan rentang rendah hingga sangat tinggi (22,2% – 95,5%) (Tabel 2).

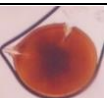
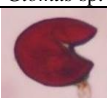
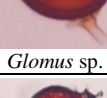
Tabel (Table) 2. Kolonisasi akar, jumlah spora, dan tipe spora fungi mikoriza arbuskula pada contoh tanah asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. setelah kultur penangkaran (*Root colonization, number and type of spores of arbuscular mycorrhizal fungi in the soil samples of rhizosphere originated from four species of Desmodium spp. after culture breeding*)

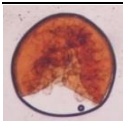
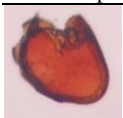
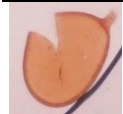
Sumber inokulum (Inoculum)	Jenis tanaman inang (Host plant)	kolonisasi Akar (%) (Root colonization (%))	Jumlah spora/ 20 g contoh tanah (Number of spore/20 g soil sample)	Jumlah tipe FMA (FMA Type)
<i>D. heterophyllum</i> (D ₁)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	91.1	14	<i>Glomus</i> sp. 2, <i>Glomus</i> sp. 20
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	22.2	39	<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
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	64.4	31	<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
	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	91.1	13	<i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 6, <i>Glomus</i> sp. 15, <i>Glomus</i> sp. 22
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	33.3	21	<i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 4, <i>Glomus</i> sp. 8
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	26.7	14	<i>Glomus</i> sp. 1, <i>Glomus</i> sp. 7
<i>D. triflorum</i> (D ₃)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	88.9	13	<i>Glomus</i> sp. 8, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 22, <i>Glomus</i> sp. 23
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	37.8	11	<i>Glomus</i> sp. 2, <i>Glomus</i> sp. 3, <i>Glomus</i> sp. 5
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	83.3	27	<i>Glomus</i> sp. 10, <i>Glomus</i> sp. 11, <i>Glomus</i> sp. 20
<i>D. heterocarpon</i> (D ₄)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	95.5	92	<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
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	48.9	72	<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
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	57.8	47	<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

Tabel (Table) 3. Karakteristik tipe spora fungi mikoriza arbuskula dari 4 jenis rhizosfer *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten (*Characteristic type of spores of arbuscular mycorrhizal fungi from four species of Desmodium spp. from PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten*)

Tipe Spora (FMA Type)	Karakteristik Morfologi (Morphological characteristics)	Reaksi dengan Melzer's (Melzer's reaction)
 <i>Glomus</i> sp. 1	Spora bulat, berwarna orange jernih, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 96.91- 112.59 x 93.38-155.56 µm (<i>Spore globose, clear orange, smooth and thick spore wall, size 96.91-112.59 x 93.38-155.56 µm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)

**APLIKASI *Desmodium ovalifolium* YANG DIINOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA
PADA BIBIT *Octomeles sumatrana* Miq. DI TANAH PASCA TAMBANG**
Sri Muryati, Irdika Mansur dan Sri Wilarso Budi

	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora halus dan tipis, ukuran 87.50-139.10 x 119.44-125 µm (<i>Spore globose, orange, smooth and thin spore wall, size 87.50-139.10 x 119.44-125 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 2		
	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 60.93-128.25 x 78.52-177.78 µm (<i>Spore globose, orange, rough and thick spore wall, size 60.93-128.25 x 78.52-177.78 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp.3		
	Spora bulat, berwarna orange tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 99.54-114.06 x 91.64-110.98 µm (<i>Spore globose, dark orange, smooth and thick spore wall, size 99.54-114.06 x 91.64-110.98 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 4		
	Spora bulat, berwarna orange kemerahan, permukaan halus dan tebal, ukuran 116.21-137.90 x 117.198-142.23 µm (<i>Spores globose, reddish orange, smooth and thick spore wall, size 116.21-137.90 x 117.198-142.23 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 5		
	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 (<i>Spore globose, blackish red and orange color motif, smooth and thick spore wall, size 82.87-93.11 x 68.77-90.65 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 6		
	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 156.98 x 149.23 µm (<i>Spores globose, orange, smooth and thick spore wall, size 156.98 x 149.23 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 7		
	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 93.11-161.32 x 112.99-197.22 µm (<i>Spores globose, dark red, rough and thick spore wall, size 93.11-161.32 x 112.99-197.22 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 8		
	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 91.33-151.17 x 83.317-161.37 µm (<i>Spores globose, dark red in color, smooth and thick spore wall, size 91.33-151.17 x 83.317-161.37 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 9		
	Spora bulat, berwarna merah tua, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 117.19-134.86 x 89.12-125.53 µm (<i>Spore globose, dark red in color, rough and thin spore wall, size 117.19-134.86 x 89.12-125.53 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<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 (<i>Spores globose, dark red on the walls and inner orange in color, rough and thick spore wall, size 88.89-116.21 x 59.81-117.19 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 11		
	Spora bulat, berwarna merah bercak orange, permukaan spora halus dan tipis ukuran 109.31-137.0 x 108.93-142.23 µm (<i>Spores globose, red blotches orange in color, smooth and thin spore wall, size 109.31-137.0 x 108.93-142.23 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 12		
	Spora bulat, jernih, permukaan spora halus dan tipis, ukuran 97.78 x 93.15 µm (<i>Spores globose, clear in color, smooth and thin spore wall, size 97.78 x 93.15 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 13		
	Spora bulat, berwarna merah kehitaman, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 82.87 x 68.77 µm (<i>Spores globose, blackish red in color, rough and thick spore wall, size 82.87 x 68.77 µm</i>).	Tidak bereaksi (<i>Not reacting</i>)
<i>Glomus</i> sp. 14		

	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 175.03 x 171.90 μm (<i>Spores globose, orange in color, rough and thin spore wall, size 175.03 x 171.90 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 15		
	Spora bulat, berwarna coklat muda, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 110.09 x 107.58 μm (<i>Spores globose, light brown in color, rough and thin spore wall, size 110.09 x 107.58 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 16		
	Spora elips, berwarna orange muda, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 137.53 x 117.23 μm (<i>Spores ellipsoid, light orange in color, smooth and thick spore wall, size 137.53 x 117.23 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 17		
	Spora elips, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 106.20 x 87.28 μm (<i>Spores ellipsoid, orange in color, rough and thick spore wall, size 106.20 x 87.28 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 18		
	Spora elips, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tipis, ukuran 103.03 x 85.78 μm (<i>Spores ellipsoid, orange in color, rough and thin spore wall, size 103.03 x 85.78 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 19		
	Spora elips, berwarna orange kecokelatan, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 72.85-105 x 86.29-110.81 μm (<i>Spores ellipsoid, brownish orange in color, rough and thick spore wall, size 72.85-105 x 86.29-110.81 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 20		
	Spora bulat, berwarna merah tua-orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 81.25-150.01 x 134.38-147.22 μm (<i>Spore globose, dark red-orange in color, smooth and thick spore wall, size 81.25-150.01 x 134.38-147.22 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 21		
	Spora bulat, berwarna merah- bercak orange tua, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 105.21-133.04 x 93.76-161.37 μm (<i>Spores globose, red-dark orange patches in color, smooth and spore wall, size 105.21-133.04 x 93.76-161.37 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 22		
	Spora bulat, berwarna kuning jernih, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 137.72 x 123.63 μm (<i>Spores globose, clear yellow in color, smooth and thick spore wall, size 137.72 x 123.63 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Glomus</i> sp. 23		
	Spora bulat, berwarna coklat kehitaman, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 107.81 x 98.45 μm (<i>Spores globose, blackish brown in color, rough and thick spore wall, size 107.81 x 98.45 μm</i>).	Bereaksi (reacting)
<i>Acaulospora</i> sp. 1		
	Spora bulat, berwarna orange, permukaan spora kasar dan tebal, ukuran 143.89 x 139.06 μm (<i>Spores globose, orange in color, rough and thick spore wall, size 143.89 x 139.06 μm</i>).	Bereaksi (reacting)
<i>Acaulospora</i> sp. 2		
	Spora elips, berwarna merah orange, permukaan spora halus dan tebal, ukuran 101.32 x 103.09 μm (<i>Spores ellipsoid, orange red in color, smooth and thick spore wall, size 101.32 x 103.09 μm</i>).	Tidak bereaksi (Not reacting)
<i>Acaulospora</i> sp. 3		

Berdasarkan hasil sidik ragam pada perlakuan inokulasi FMA dan media tanam menunjukkan terjadi pengaruh interaksi pada perlakuan terhadap pertambahan tinggi *O. sumatrana* umur 2 minggu setelah tanam. Faktor tunggal inokulasi FMA memberikan pengaruh nyata pada pertambahan diameter (4 MST, 8 MST, 10 MST) dan jumlah spora.

Faktor tunggal media tanam memberikan pengaruh nyata pada peubah pertambahan tinggi tanaman (2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST, 10 MST), pertambahan diameter (4 MST, 6 MST, 8 MST, 10 MST), biomassa total, biomassa akar, dan biomassa pucuk. Hasil rekapitulasi sidik ragam disajikan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 4. Rekapitulasi hasil sidik ragam terhadap peubah pertumbuhan bibit *O. sumatrana* dan jumlah spora pada umur 10 minggu setelah tanam (*Summary of analysis of variables variance of spores number and growth of 10 weeks old O. sumatrana*).

Peubah (Variables)	Inokulasi FMA (AMF Inoculation)	Media Tanam (Media Treatments)	Inokulasi FMA x media tanam (AMF inoculation x media treatments)	Koefisien Korelasi (%) (KK %)
Pertambahan tinggi 2 MST (Height increment 2 WAP)	tn/ns	**	*	19,35
Pertambahan tinggi 4 MST (Height increment 4 WAP)	tn/ns	**	tn/ns	18,06
Pertambahan tinggi 6 MST (Height increment 6 WAP)	tn/ns	**	tn/ns	28,77
Pertambahan tinggi 8 MST (Height increment 8 WAP)	tn/ns	**	tn/ns	17,24
Pertambahan tinggi 10 MST (Height increment 10 WAP)	tn/ns	**	tn/ns	17,41
Pertambahan diameter 2 MST (Stem diameter increment 2 WAP)	tn/ns	tn/ns	tn/ns	19,72
Pertambahan diameter 4 MST (Stem diameter increment 4 WAP)	**	*	tn/ns	12,44
Pertambahan diameter 6 MST (Stem diameter increment 6 WAP)	tn/ns	**	tn/ns	19,04
Pertambahan diameter 8 MST (Stem diameter increment 8 WAP)	**	*	tn/ns	17,76
Pertambahan diameter 10 MST (Stem diameter increment 10 WAP)	*	**	tn/ns	15,28
Biomassa total (g) (Total biomass (g))	tn/ns	**	tn/ns	17,17
Biomassa akar (g) (Root biomass (g))	tn/ns	**	tn/ns	20,47
Biomassa pucuk (g) (Shoot biomass (g))	tn/ns	**	tn/ns	17,27
Jumlah spora (Number of spores)	*	tn/ns	tn/ns	24,97

Keterangan (Remark): (**) = berpengaruh sangat nyata pada ($P \leq 0,01$); (*) = berpengaruh nyata pada ($0,01 \leq P \leq 0,05$); (tn) = berpengaruh tidak nyata pada ($P > 0,05$) ((***) = very significant effect on ($P \leq 0,01$); (*) = significant effect on ($0,01 \leq P \leq 0,05$); (ns) = no significant effect on ($P > 0,05$))

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi terjadi antara perlakuan inokulasi FMA dan media tanam pada peubah pertambahan tinggi umur 2 minggu setelah

tanam (Tabel 4). Pengaruh faktor tunggal inokulasi FMA menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah pertambahan diameter (4 MST, 8 MST, dan 10 MST) dan jumlah spora (Tabel 5).

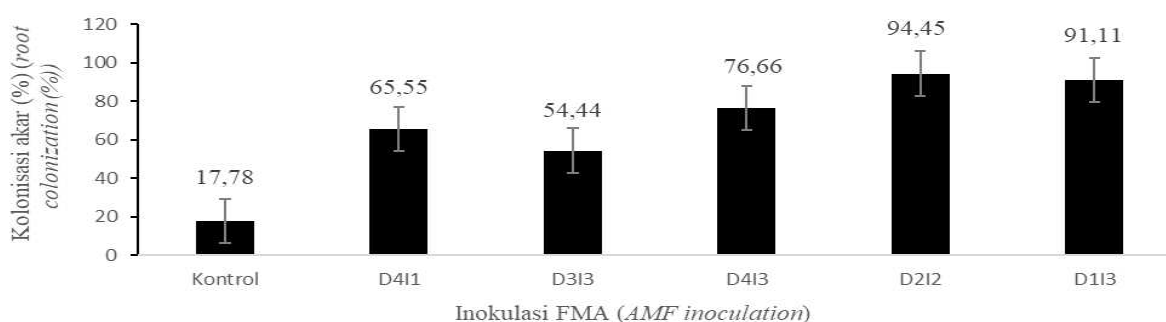
Tabel (Table) 5. Hasil analisis uji lanjut Duncan peubah pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang, biomassa total, biomassa akar, biomassa pucuk, dan jumlah spora terhadap perlakuan inokulasi fungi mikoriza arbuskula pada bibit *O.sumatrana* umur 10 minggu setelah tanam (*Result of Duncan test analysis of increasing height, stem diameter increment, total biomass, root biomass, shoot biomass, and the number of spores on the arbuscular mycorrhizal fungi inoculation treatment on 10 weeks after planting O.sumatrana seedling*)

Peubah (Variables)	Inokulasi FMA (AMF Inoculation)					
	Kontrol (Control)	D ₄ I ₁	D ₃ I ₃	D ₄ I ₃	D ₂ I ₂	D ₁ I ₃
Pertambahan diameter (mm) (<i>Stem diameter increment (mm)</i>)						
4 MST (4 WAP)	0,89 b	0,94 b	0,89 b	0,93 b	1,05 ab	1,11 a
8 MST (8 WAP)	1,27 ab	1,23 b	1,13 b	1,18 b	1,31 ab	1,45 a
10 MST (10 WAP)	1,43 ab	1,37 bc	1,22 c	1,35 bc	1,51 ab	1,56 a
Jumlah spora (<i>Number of spores</i>)	35,00 b	12,67 c	27,50 bc	52,17 b	34,17 b	90,33 a

Keterangan (Remark): Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf α 5%. Kontrol= tanpa inokulasi FMA; D₄I₁=inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare*; D₃I₃= inokulan dari *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*; D₄I₃=inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*; D₂I₂= inokulan dari *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica*; D₁I₃= inokulan dari *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*; (The numbers followed by the same letters in the same row showed no significant different by Duncan test at 95% confidence interval. Note : Control: without AMF inoculation; D₄I₁: AMF inoculants from *D. heterocarpon* propagated by growing *S. vulgare*; D₃I₃: AMF inoculants from *D. triflorum* propagated by growing *D. ovalifolium*; D₄I₃: AMF inoculants from *D. heterocarpon* propagated by growing *D. ovalifolium*; D₂I₂: AMF inoculants from *D. ovalifolium* propagated by growing *P. javanica*; D₁I₃: AMF inoculants from *D. heterophyllum* propagated by growing *D. ovalifolium*; T₁: post mining soil; T₂: post mining soil and compost; WAP: Weeks after planting).

Hasil ini didukung pula dari nilai persentase kolonisasi akar *O. sumatrana* pada perlakuan inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃),

dan diikuti inokulan asal *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica* (D₂I₂) kategori tinggi yaitu berturut-turut 91,11 persen dan 94,45 persen (Gambar 2).



Gambar (Figure) 2. Persentase kolonisasi akar *O.sumatrana* pada umur 10 MST (*Root colonization of 10 week after planting O.sumatrana*).

Keterangan (Remark) : Kontrol= tanpa inokulasi FMA; D₄I₁=inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare*; D₃I₃=inokulan dari *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*; D₄I₃=inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*; D₂I₂=inokulan dari *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica*; D₁I₃=inokulan dari *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*. (Control: without AMF inoculation; D₄I₁: AMF inoculants from *D. heterocarpon* propagated by growing *S. vulgare*; D₃I₃: AMF inoculants from *D. triflorum* propagated by growing *D. ovalifolium*; D₄I₃: AMF inoculants from *D. heterocarpon* propagated by growing *D. ovalifolium*; D₂I₂: AMF inoculants from *D. ovalifolium* propagated by growing *P. javanica*; D₁I₃: AMF inoculants from *D. heterophyllum* propagated by growing *D. ovalifolium*).

Pengamatan terhadap pertumbuhan *O. sumatrana* menunjukkan bahwa perlakuan media tanah pasca tambang dan kompos memberikan pengaruh nyata pada peubah pertambahan tinggi (2 MST, 4 MST, 6 MST, 8

MST dan 10 MST), pertambahan diameter (4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST), biomassa total, biomassa akar, dan biomassa pucuk. Hasil uji lanjut Duncan terhadap pengaruh media tanam terhadap bibit *O. sumatrana*.

Tabel (Table) 6. Hasil analisis uji lanjut Duncan peubah pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang, biomassa total, biomassa akar, biomassa pucuk, dan jumlah spora pada perlakuan media tanam pada bibit *O. sumatrana* umur 10 minggu setelah tanam (*Result of Duncan test analysis of increasing height, stem diameter increment, total biomass, root biomass, shoot biomass, and root biomass on the arbuscular mycorrhizal fungi inoculation treatment on 10 weeks after planting O. sumatrana seedling*)

Peubah (Variables)	Media Tanam (Media treatments)	
	Tanah pasca tambang (post mining soil)	Tanah pasca tambang dan kompos (post mining soil and compost)
Pertambahan tinggi (cm) (<i>Height increment (cm)</i>)		
2 MST (2 WAP)	2,09 b	2,8 a
4 MST (4 WAP)	2,81 b	3,31 a
6 MST (6 WAP)	1,07 b	1,73 a
8 MST (8 WAP)	3,55 b	4,65 a
10 MST (10 WAP)	3,90 b	5,06 a
Pertambahan diameter (mm) (<i>Stem diameter increment (mm)</i>)		
4 MST (4 WAP)	0,89 b	1,05 a
6 MST (6 WAP)	1,01 b	1,23 a
8 MST (8 WAP)	1,14 b	1,39 a
10 MST (10 WAP)	1,27 b	1,54 a
Biomassa total (g) (<i>Total biomass (g)</i>)	23,17 b	43,64 a
Biomassa akar (g) (<i>Root biomass (g)</i>)	4,00 b	7,67 a
Biomassa pucuk (g) (<i>Shoot biomass(g)</i>)	19,17 b	36,79 a

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf α 5% (*The numbers followed by the same letters in the same row showed no significant different by Duncan test at 95% confidence interval*).

B. Pembahasan

1. Identifikasi FMA pada *Desmodium* spp.

Asal Areal Kerja PT. Cibaliung
Sumberdaya, Banten

Kolonisasi akar merupakan bentuk proses simbiosis antara akar tanaman inang dan FMA. Menurut Baptista, Tavares, dan Neto (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. Menurut O'Connor, Smith, dan Smith (2001) standar nilai kolonisasi akar dapat di bagi 4 taraf yaitu tidak terkolonisasi dengan nilai

kolonisasi 0%, nilai rendah dengan nilai koloniasasi kurang dari 10%, nilai sedang dengan nilai koloniasasi 10% – 30% dan tinggi dengan nilai koloniasasi di atas 30%. 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).

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar setelah perlakuan penangkaran 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. heterophyllum* 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).

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar asal sumber inokulum *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D_2I_3) menunjukkan nilai

persentase kolonisasi akar sedang yaitu 26,7%. Seharusnya kombinasi perlakuan ini memberikan nilai persentase kolonisasi yang paling tinggi karena menggunakan sumber FMA indigenous asal *D. ovalifolium*. Pengamatan pada akar tanaman inang *D. ovalifolium* menunjukkan bahwa akar tidak berkembang dengan baik, terlihat dari jumlah akar yang sedikit dan tanaman terlihat layu dengan daun menguning.

Kolonisasi akar paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain ditunjukkan oleh kombinasi sumber inokulum *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *P. javanica* (D_1I_2) yaitu 22,2%. Hasil ini menunjukkan tingkat kompatibilitas tanaman inang *P. javanica* dengan sumber inokulum asal *D. heterophyllum* yang rendah. Hal ini dikarenakan daya infektivitas dan efektivitas yang berbeda pada setiap inang, karena hanya inang yang disukai oleh FMA yang memberikan tanggapan simbiotik dan kolonisasi yang maksimal. Sistem perakaran tunggang yang dimiliki *P. javanica* juga mempengaruhi proses kolonisasi akar oleh FMA. Menurut Setiadi, Salim dan Silmi (2014) sistem perakaran tunggang memiliki keterbatasan dalam penyebaran akar di permukaan tanah karena akar dominan tumbuh lurus ke dalam tanah. Sejalan hasil penelitian Wulandari, Suwirman dan Noli (2014) inokulasi jenis spora yang sama yaitu *Glomus*

sp. pada tanaman inang yang berbeda yaitu jagung dan bawang merah (sistem perakaran serabut) serta jarak pagar (sistem perakaran tunggang) menghasilkan persentase kolonisasi akar yang lebih tinggi pada tanaman jagung dan bawang merah yaitu 58% dan 56% sedangkan jarak pagar hanya 31%.

Hasil pengamatan setelah perlakuan penangkaran menunjukkan bahwa jumlah spora mengalami peningkatan, yaitu dari kisaran 10 spora – 89 spora per 20 g contoh tanah menjadi 16 spora – 114 spora per 20 g contoh tanah. Suharno, Tanjung dan Sufaati (2015) menambahkan peningkatan jumlah spora hasil penangkaran 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, Sunarto, Hindersah, Solihin dan Kalay (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.

Hasil pengamatan pada keragaman tipe spora menunjukkan tipe genus *Glomus* selalu mendominasi jenis spora FMA sebelum dan setelah kultur penangkaran (Tabel 2). Menurut Wanda, Yuliani dan Trimulyono (2015) spora genus *Glomus* merupakan jenis spora yang paling dominan ditemukan pada beberapa kondisi ekosistem, karena jenis FMA ini memiliki kisaran inang yang luas. Hartoyo, Ghulamahdi, Darusman, Azizi dan Mansur (2011) keanekaragaman FMA pada rizosfer

Centella asiatica menunjukkan dari total 14 spesies yang ditemukan 10 spesies adalah tipe *Glomus*.

Hasil pengamatan pada seluruh sumber inokulan setelah kultur penangkaran diperoleh 5 jenis inokulan potensial untuk diaplikasikan pada *D. ovalifolium*. Parameter penilaian meliputi nilai persentase kolonisasi akar, jumlah spora, dan jumlah tipe spora FMA yang memiliki nilai paling tinggi dibandingkan inokulan lain, inokulan tersebut yaitu D₄I₁ (inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare*), D₃I₃ (inokulan asal *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*), D₄I₃ (inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*), D₂I₂ (inokulan asal *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica*) dan D₁I₃ (inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*).

2. Pengaruh Bibit *D. ovalifolium* yang Diinokulasi FMA terhadap Pertumbuhan Bibit *O. sumatrana*

Pengaruh inokulasi FMA terhadap pertumbuhan bibit *O. sumatrana* menghasilkan interaksi antara perlakuan inokulasi FMA dan media tanam yang terjadi pada peubah pertambahan tinggi umur 2 minggu setelah tanam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan inokulan asal *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*

(D₃I₃) pada media tanam tanah pasca tambang dan kompos memberikan nilai terbaik. Keberadaan bahan organik yang terkandung dalam kompos berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga dapat memberikan ruang tumbuh yang baik bagi perkembangan FMA. Hasil penelitian Prayudyaningsih (2013) menunjukkan kombinasi perlakuan inokulasi *Gigaspora* sp. dan kompos sebanyak 5% dapat meningkatkan pertumbuhan diameter batang, pertambahan jumlah daun, biomassa total, rasio pucuk akar dan persentase kolonisasi FMA semai jati pada media tanah bekas tambang kapur.

Faktor tunggal perlakuan bibit *D. ovalifolium* yang telah diinokulasi FMA terhadap pertumbuhan bibit *O. Sumatrana* juga menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter pertambahan diameter (4 MST, 8 MST, 10 MST) dan jumlah spora (Tabel 5). Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan bibit *D. ovalifolium* dapat menjadi sumber inokulum bagi bibit *O. sumatrana*. Keberadaan hifa FMA dapat meningkatkan daya jangkau akar karena memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu sepersepuluh ukuran akar dengan panjang dapat mencapai 80 kali sampai 134 kali panjang akar. Hifa akan masuk ke dalam partikel-partikel tanah untuk menyerap unsur hara dan air yang tidak terjangkau oleh akar (Agustin, 2011). Lebih

luasnya bidang penyerapan unsur hara juga akan meningkatkan penyerapan unsur hara diantaranya adalah unsur fosfat dan kalsium (Prayudyaningsih & Sari, 2016)

Hifa FMA dapat menghasilkan enzim fosfatase dan asam oksalat yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor tersedia pada daerah perakaran sehingga dapat diserap oleh akar (Agustin, 2011). Peran ini sangat penting karena pada tanah pasca tambang dengan kondisi pH masam, fosfat akan terikat oleh Ca, Fe dan Al sehingga berada dalam bentuk tidak tersedia bagi tanaman (Mansur, 2013). Fosfor juga mempengaruhi aktivitas meristem pada ujung batang tanaman, sehingga peningkatan serapan hara fosfor akan meningkatkan aktivitas meristem pada batang (Mbaubedari, 2011), sehingga dapat meningkatkan pertambahan tinggi dan diameter batang.

Persentase kolonisasi akar pada bibit *O. sumatrana* merupakan cerminan keberadaan hifa internal, visikula, arbuskula dan miselia dalam jaringan akar (Gambar 1). Nilai persentase kolonisasi akar yang tinggi akan berpengaruh terhadap jumlah sebaran hifa eksternal didalam tanah. Meningkatkan jumlah hifa eksternal yang menyebar akan meningkatkan luasan jangkauan akar, sehingga dapat meningkatkan kerja akar dalam menyerap unsur-unsur hara dan air sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti pertambahan diameter batang. Hasil ini

menunjukkan bahwa inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃) dan inokulan asal *D. ovalifolium* dengan tanaman inang *P. javanica* (D₂I₂) memiliki tingkat kompetibilitas dan efektivitas yang tinggi terhadap pertumbuhan bibit *O. sumatrana*. Nusantara (2012) menambahkan bahwa salah satu indikator efektivitas simbiosis FMA adalah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman inang dan dapat membentuk struktur yang khas pada akar tanaman inangnya.

Persentase kolonisasi akar pada *O. Sumatrana* terhadap perlakuan inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃) menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah spora. Persentase kolonisasi akar *O. sumatrana* terhadap perlakuan inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃) sebesar 91,11%. Peningkatan persentase kolonisasi akar pada perlakuan inokulan asal *D. heterophyllum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₁I₃), diikuti pula dengan peningkatan jumlah spora sebesar 158,09% terhadap kontrol (Tabel 5). Menurut Nusantara, Kusmana, Mansur, Darusman dan Soedarmadi (2010), spora terbentuk dari hifa ekstraradikal yang menggelembung dan kemudian terlepas, sedangkan hifa ekstraradikal ini terbentuk dari hifa intraradikal yang menjulur keluar dari akar, meningkatnya jumlah hifa intraradikal akan

diikuti dengan meningkatnya jumlah hifa ekstraradikal, sehingga meningkatnya jumlah hifa ekstraradikal akan meningkatkan pula potensi pembentukan spora.

Faktor tunggal media tanam menunjukkan bahwa perlakuan media tanah pasca tambang dan kompos memberikan pengaruh nyata pada peubah pertambahan tinggi (2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST), pertambahan diameter (4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST), biomassa total, biomassa akar, dan biomassa pucuk (Tabel 6). Praktik penambahan kompos pada tanah pasca tambang merupakan salah satu tahapan ameliorasi tanah yang biasa dilakukan dalam tahapan revegetasi lahan, biasanya penambahan kompos dilakukan dengan menyebar secara merata pada lahan pasca tambang (Mansur, 2013).

Penambahan kompos ini ditujukan untuk meningkatkan kualitas tanah pasca tambang. Unsur hara N, P, Cu dan Zn yang terkandung dalam kompos yang diberikan pada media tanah pasca tambang, memiliki peran dalam membantu pertumbuhan bibit *O. sumatrana* terutama dalam proses fotosintesis. Selain meningkatkan serapan hara, kompos juga dapat memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah, keberadaan humus pada kompos akan menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme tanah. Keberadaan mikroorganisme ini akan menghasilkan

senyawa-senyawa polisakarida yang berfungsi sebagai perekat partikel tanah sehingga tanah akan menjadi lebih gembur, aerasi akan lebih baik sehingga fungsi akar meningkat dalam menyerap unsur hara dan air.

Selain itu juga keberadaan mikroorganisme akan menghasilkan hormon pertumbuhan dan gas CO₂ yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman lebih baik, kandungan karbon dalam kompos juga dapat meningkatkan proses amonifikasi, nitrifikasi dan fiksasi nitrogen (Setyorini, Saraswati, & Nawar, 2006). Sehingga pemberian kompos pada media tanam tanah pasca tambang dapat meningkatkan kualitas tanah tambang baik secara fisik, kimia dan biologi tanah.

IV. KESIMPULAN

FMA pada rhizosfer *Desmodium* spp. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten terdapat 23 tipe spora FMA dari genus *Glomus* dan 3 tipe spora dari genus *Acaulospora*. Kombinasi penanaman *D. ovalifolium* yang diinokulasi FMA asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang ditangkarkan pada beberapa inang berbeda serta ditanam secara berdampingan dengan bibit *O. sumatrana* menunjukkan pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan bibit *O. sumatrana* berdasarkan peubah pertambahan diameter batang, jumlah spora dan persentase kolonisasi akar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membayai penelitian, SEAMEO BIOTROP, PT. Cibaliung Sumberdaya dan PT. Holcim yang telah memberikan izin penelitian disana, serta semua pihak yang membantu kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin W. (2011). Inokulasi fungi mikoriza arbuskula untuk meningkatkan produktivitas dan mutu benih cabai (*Capsicum annum* L) serta efisiensi penggunaan pupuk P [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Azahar MA, Al-Naqeb G, Hasan M, Adam A. (2012). Hypoglycemic effect of *Octomeles sumatrana* aqueous extract in streptozotocin - induced diabetic rats and its molecular mechanisms. *Asian Pasific Journal of Tropical Medicine*. 875 - 881.
- 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.
- Evans DO, Joy RJ, Chia CL. (1988). Cover crop for orchards in Hawaii. Research Extension Series 094.
- Hasanah NI. (2014). Pengembangan *Desmodium* spp. sebagai tanaman penutup tanah dalam reklamasi lahan pasca tambang [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hartoyo B, M. Ghulamahdi, L.K.Darusman, S.A.Aziz, dan I Mansur. (2011). Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer tanaman pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban). *Jurnal Littri*, 17(1), 32-40.
- Herryawan, K.M. (2012). Perbanyak inokulum fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara sederhana. *Jurnal Pastura*, 2(2), 57-60.
- Mbaubedari, K.F. (2011). Pengaruh fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan media tumbuh terhadap pertumbuhan plantling gaharu (*Gyrinops versteegii* Gilg. Domke) hasil multiplikasi in-vitro [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mansur I. (2013). *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 Pandeglang, Jawa Barat sebagai agens hayati pengendali nematoda sista kentang. *Jurnal Agrotropika*, 16(2), 57-61.
- Nusantara AD, Kusmana C, Mansur I, Darusman LK, Soedarmadi. (2010). Pemanfaatan bahan bio-anorganik untuk memproduksi biomassa hijauan pakan dan inokulan fungi mikoriza arbuskula. *Jurnal Media Peternakan*, 33(2), 162-168
- Nusantara AD. (2012). Pengembangan produksi inokulan fungi mikoriza arbuskula berbasis bahan alami dan pemanfaatannya untuk produksi bibit jati (*Tectona grandis* L.) [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- O'Connor PJ, Smith SE, Smith FA. (2001). Arbuscular mycorrhizal association in the Southern Simpson desert. *Australian Journal of Botany*, 49, 493-499.
- Pacioni G. (1992). Wet-sieving and decanting techniques for the extraction of spores of vesicular-arbuskulas fungi. 317-322. In : Norris JR, Read DJ, Varma AK, editor. *Methods In Microbiology*. London (GB): Academic Press.
- Prayudyaningsih, R. (2013). Pertumbuhan semai *Alstonia scholaris*, *Acacia auriculiformis* dan *Muntingia calabura* yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskula pada media tanah bekas

- tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallaceae*, 3(1), 13–23.
- Prayudianingsih R, Sari R. (2016). Aplikasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan kompos untuk meningkatkan pertumbuhan semai jati (*Tectona grandis* Linn.f.) pada media tanah bekas tambang kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), 37-46.
- Setiadi Y, Salim F, Silmi Y. (2014). Seleksi adaptasi jenis tanaman pada tanah tercemar minyak bumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(3), 160-166.
- Setyorini D, Saraswati R, Nawar EK. (2006). Kompos. Simanungkalit RD, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W, Editor. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- 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.
- Suhartati, Junaedi A. (2013). Sebaran alami empat jenis alternatif penghasil jayu pulp pada lahan mineral di Provinsi Riau. *Tekno Hutan Tanaman*, 6(1), 1-12.
- Suharti N, Habazar T, Nasir N, Dachryanus, Jamsari. (2011). Induksi ketahanan jahe terhadap penyakit layu *Rastonia solanacearum* ras 4 menggunakan fungi mikoriza arbuskula (FMA) indigenus. *Jurnal HPT Tropika*, 11(1), 102-111.
- Tamin RP. (2010). Pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb Miq.) pada media pasca penambangan batubara yang diperkaya fungi mikoriza arbuskula, limbah batu bara dan pupuk NPK [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- 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.
- 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). Pengaruh tumbuh giberalin (GA3) dalam upaya reklamasi lahan pasca tambang batu kapur [Prosiding Seminar Nasional Biodeversitas dan Ekologi Indonesia]. Jurusan biologi FMIPA, Universitas Andalas, Padang.