

LAPORAN PENELITIAN



Judul Penelitian:

**Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada *Desmodium ovalifolium*
di Tanah Pasca Tambang**

Oleh:

**Ahmad Parlaongan, S.P., M.Si /1007088704
Sri Muryati, S.P., M.Si./1011088904
Citra Rahmatia, S.Hut.,M.Si./1016019402**

Dibiayai oleh:

Dipa Universitas Muhammadiyah Jambi Tahun Anggaran 2019/2020

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAMBI
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada *Desmodium ovalifolium* di Tanah Pasca Tambang.
2. Peserta Program : Penelitian Kelompok
3. Tim Peneliti
 - a) Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Sri Muryati,S.P, M.Si
 - a. NIDN : 1011088904
 - b. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
 - c. Program Studi : Kehutanan
 - d. Nomor HP : 082373531588
 - e. Alamat Email : srimuryati110889@gmail.com
 - f. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Jambi
 - b) Anggota Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Citra Rahmatia, S.Hut.,M.Si
 - b. NIDN : 1016019402
 - c. Program Studi : Kehutanan
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Jambi
4. Lokasi Kegiatan : PT. Cibaliung Sumber Daya, Banten
5. Rencana Kegiatan Penelitian : 3 Bulan
6. Biaya yang diusulkan : Rp. 2.510.000,-
 - Dana Universitas Muhammadiyah

Jambi, 10 Maret 2020

Mengetahui,

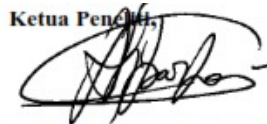
Ka. Prodi Kehutanan



(Hendra Kurniawan,S.Si., M.Si)

NIDN. 1016057602

Ketua Peneliti



(Ahmad Parlaongan, S.P., M.Si)

NIDN. 1007088704

Menyetujui,

Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Jambi



Prima Audia Daniel, SE,ME

NIDK.8852530017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
RINGKASAN	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
BAB II METODE PENELITIAN.....	3
2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	3
2.2 Bahan dan Alat	3
2.3 Metode Penelitian.....	3
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	6
3.1. Respon Pertumbuhan Bibit <i>O. Sumatrana</i> terhadap Pemberian Kompos Pada Media Tanam Tanah Pasca Tambang	6
3.2. Respon Pertumbuhan Bibit <i>D. ovalifolium</i> terhadap Inokulasi FMA	6
BAB IV KESIMPULAN	15
DAFTAR PUSTAKA	16
LAMPIRAN.....	18

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kolonisasi akar, jumlah spora, dan tipe spora fungi mikoriza arbuskula pada contoh tanah asal rhizosfer 4 jenis <i>Desmodium</i> spp. (<i>Root colonization, number and type of spores of arbuscular mycorrhizal fungi in the soil samples of rhizosphere originated from four species of Desmodium spp.</i>)	6
Tabel 2. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam pada peubah pertumbuhan bibit <i>Desmodium ovalifolium</i> umur 10 minggu setelah tanam (<i>Results summary of analysis of variance of the variables of 10 weeks after planting seedling Desmodium ovalifolium growth</i>).....	7
Tabel 3. Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan bibit <i>Desmodium ovalifolium</i> (<i>The effect of inoculated arbuskula mycorrhizal fungi on the seedling Desmodium ovalifolium growth</i>)	9
Tabel 4. Pengaruh perlakuan media tanam terhadap pertumbuhan bibit <i>Desmodium ovalifolium</i> pada umur 10 minggu setelah tanam (<i>The effect of media treatment on increasing height of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling</i>)	13

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Interaksi antara perlakuan inokulasi fungi mikoriza arbuskula dan media tanam pada peubah pertambahan tinggi bibit *Desmodium ovalifolium* umur 2 minggu setelah tanam (*Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi inoculation and growing medium treatments on increasing height of 2 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*) **8**
- Gambar 2.** Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertambahan panjang batang bibit *Desmodium ovalifolium* pada umur 10 minggu setelah tanam (*The effect of inoculated arbuskula mycorrhizal fungi on increasing height of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*)..... **10**
- Gambar 3.** Persentase kolonisasi akar bibit *Desmodium ovalifolium* pada umur 10 minggu setelah tanam (*Root colonization of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*) **13**

RINGKASAN

Aktivitas pertambangan menyebabkan kerusakan lingkungan yang akhirnya dapat menyebabkan 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 menganalisis respon bibit *D. ovalifolium* terhadap inokulasi FMA asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. Penelitian ini terdiri dari 2 faktor perlakuan yaitu inokulasi FMA dan media tanam, terdiri dari pemberian dan tanpa pemberian inokulasi FMA, serta pemberian dan tanpa pemberian aplikasi kompos. Inokulasi FMA dan aplikasi kompos dapat meningkatkan pertambahan panjang batang pada umur 2 minggu setelah tanam (MST). Sedangkan perlakuan tunggal inokulasi FMA pada *Desmodium* spp. dapat meningkatkan pertambahan panjang batang, biomassa total, biomassa pucuk dan jumlah bintil akar. Kombinasi perlakuan kompos dan tanah pasca tambang dapat meningkatkan pertambahan panjang batang 2 MST dan biomassa akar pada *Desmodium* spp. Pemberian perlakuan inokulasi FMA merupakan kunci penting sebagai metode yang efektif dalam meningkatkan pertumbuhan *Desmodium* spp. pada lahan pasca tambang.

Kata kunci : *Desmodium* spp., FMA, kompos, pasca tambang.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. 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, melindungi tanah dari terpaan langsung air hujan yang dapat menyebabkan hilangnya lapisan *topsoil* serta mencegah erosi (Evans *et al.* 1988; Ding *et al.* 2006). 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 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. Beberapa perusahaan pertambangan lebih memilih mengimpor benih rumput dan legum dari luar negeri yang bersifat tidak melilit agar mengurangi biaya perawatan (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. Jenis ini merupakan tanaman herbal berkayu yang tumbuhnya menjalar namun tidak melilit pada tanaman pokok, selalu hijau, menghasilkan serasah melimpah sebagai sumber bahan organik tanah, serta pertumbuhan yang cepat (Evans *et al.* 1988). Hasil penelitian Zuhelmi *et al.* (2015) penanaman *D. heteropyllum* di lahan pasca tambang kapur memiliki persentase tutupan lahan mencapai 17.09% selama 8 minggu setelah tanam (MST). Hasil penelitian Hasanah (2014) pengukuran

terhadap persentase luasan penutupan lahan pada tanah normal, *D. heterophyllum* mencapai 100%, *D. ovalifolium* 95.2%, dan *D. triflorum* 65.8% selama 8 MST.

Tanaman *Desmodium* spp. juga dapat tumbuh secara alami pada lahan pasca tambang serta memiliki kemampuan hidup dalam kondisi tanah yang kritis dan lahan terbuka (Schmidt *et al.* 1997). Hasanah (2014) melaporkan bahwa tanaman *Desmodium* spp. dapat tumbuh dengan baik pada tanah pasca tambang bahkan menghasilkan biomassa yang lebih besar dibandingkan pada tanah *subsoil*. Penanaman *Desmodium* spp. juga mampu meningkatkan pertumbuhan semai jabon (*Anthocephalus cadamba*) yang ditanam secara berdampingan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan *Desmodium* spp. dalam menghasilkan rhizobium yang dapat meningkatkan pengikatan nitrogen dari udara dan digunakan dalam menunjang pertumbuhan tanaman pokok.

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 patogen akar (Suharti *et al.* 2011), hifa FMA 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). Penggunaan FMA dalam pengembangan *Desmodium* spp. sebagai alternatif tanaman penutup tanah diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan *Desmodium* spp. pada lahan pasca tambang.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon bibit *D. ovalifolium* terhadap inoculasi FMA asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai bulan November 2019 – Maret 2020. 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 areal 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.

2.2 Bahan dan alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh tanah dan akar dari rhizosfer *D. ovalifolium*, *D. heterophyllum*, *D. triflorum* dan *D. heterocarpon* asal areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, aquades, larutan KOH 20%, larutan *destaining* (25 ml aquades dicampurkan dengan 475 ml asam laktat), HCl 0.1 M, larutan sukrosa 60% bobot/volume (60 g sukrosa dilarutkan dalam 100 ml aquades), larutan *trypan blue* (0.25 g *trypan blue* dilarutkan dalam 475 ml asam laktat + 25 ml aquades), *polyvinyl alcohol lactoglycerol* (PVLG), larutan *Melzer's*, benih sorgum (*Sorghum vulgare*), benih *P. javanica*, benih *D. ovalifolium*, zeolit, hyponex merah (N 25%, P 5%, K 20%, B, Fe, Zn, Ca, Co, Mg, Mn, Mo, dan S), pupuk kompos (produksi Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, LIPI), zeolit, *topsoil*, tanah pasca tambang PT. Holcim Indonesia Tbk, dan kokopit, *autoclave*, *oven*, *centrifuge*, *micro pipette*, gelas objek, kaca penutup, satu set penyaring dengan diameter lubang 500 μm , 125 μm dan 63 μm , timbangan analitik, gunting, kertas label, *optical camera*, *digital camera*, cawan Petri, *sprayer*, *dissecting microscope*, *compound microscope*, *polybag* ukuran 20 cm x 20 cm, *pottray*, penggaris, spidol, plastik, meteran, dan kaliper.

2.3 Metode Penelitian

Prosedur kerja diawali dengan pengambilan contoh tanah dan akar tanaman dilakukan pada rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang ditemukan pada areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya. Pengambilan contoh tanah dan tanaman *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. Sumber contoh tanah yang digunakan berasal dari rhizosfer tanaman *D. heterophyllum* (D₁), *D. ovalifolium* (D₂), *D. triflorum* (D₃), dan *D. heterocarpon* (D₄) yang tumbuh pada areal kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, ditangkarkan dengan menggunakan 3 jenis tanaman inang yaitu *S. vulgare* (I₁), *P. javanica* (I₂) dan *D. ovalifolium* (I₃). Percobaan ini memiliki 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 gram per *pottray*. Setelah inokulasi bibit *D. ovalifolium* dipelihara selama 2 bulan, kemudian dilakukan penanaman berdampingan dengan bibit *O. sumatrana* yang berumur 6 bulan. Pengamatan pada bibit *D. ovalifolium* dilakukan selama 3 bulan.

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 panjang batang (cm),

biomassa pucuk, biomassa akar dan biomassa total (g), persentase kolonisasi akar (%), dan jumlah bintil 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.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Keragaman FMA pada *Desmodium* spp. Asal Areal Kerja PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten

Hasil pengamatan terhadap persentase kolonisasi akar, jumlah spora dan keragaman FMA setelah *trapping* dengan menggunakan 4 jenis tanaman inang menunjukkan nilai yang bervariasi (Tabel 1). Hasil pengamatan menunjukkan penggunaan tanaman inang *S. vulgare* pada semua perlakuan sumber inokulum asal *Desmodium* spp., memberikan nilai persentase kolonisasi akar paling tinggi yaitu pada inokulum asal *D. heterophyllum* (91.1%), *D. ovalifolium* (91.1%), *D. triflorum* (88.9%), dan *D. heterocarpon* (95.5%). Tanaman inang *S. vulgare* memiliki kompatibilitas yang tinggi terhadap jenis FMA yang terdapat dalam sumber inokulum asal *Desmodium* spp. Hal ini didukung dengan sistem perakaran serabut dari tanaman inang *Shorghum*. Menurut Dogget (1988); Dicko *et al.* (2006) sistem perakaran serabut memiliki akar halus yang banyak dan menyebar rata ke seluruh tanah dan memberikan kontak maksimum dengan tanah. Luasnya permukaan akar akan memudahkan spora FMA dapat menginfeksi akar.

Kombinasi masing-masing perlakuan juga menghasilkan jumlah spora yang bervariasi. Namun terdapat kombinasi perlakuan tertentu yang cenderung menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibandingkan kombinasi perlakuan inokulan lain, yaitu kombinasi pada 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. Sedangkan hasil pengamatan terhadap keragaman tipe spora menunjukkan tipe genus *Glomus* selalu mendominasi jenis spora FMA sebelum dan setelah kultur 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 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*).

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

Sumber inokulum	Jenis tanaman inang	Kolonisasi akar (%)	Jumlah spora/ 20 g contoh tanah	Jumlah tipe FMA
<i>D. heterophyllum</i> (D ₁)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	91.1	18	2 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	22.2	55	4 tipe genus <i>Glomus</i> spp. dan 1 tipe genus <i>Acaulospora</i> spp.
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	64.4	32	4 tipe genus <i>Glomus</i> spp. dan 1 tipe genus <i>Acaulospora</i>
<i>D. ovalifolium</i> (D ₂)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	91.1	16	4 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	33.3	28	3 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	26.7	20	2 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
<i>D. triflorum</i> (D ₃)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	88.9	26	4 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	37.8	16	3 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	83.3	42	3 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
<i>D. heterocarpon</i> (D ₄)	<i>S. vulgare</i> (I ₁)	95.5	105	6 tipe genus <i>Glomus</i> spp. dan 1 tipe genus <i>Acaulospora</i>
	<i>P. javanica</i> (I ₂)	48.9	114	5 tipe genus <i>Glomus</i> spp.
	<i>D. ovalifolium</i> (I ₃)	57.8	65	6 tipe genus <i>Glomus</i> spp.

3.2 Respon Pertumbuhan Bibit *D. ovalifolium* terhadap Inokulasi FMA

Hasil analisis sidik ragam terhadap pertumbuhan bibit *D. ovalifolium* menunjukkan pelakuan inokulasi FMA dan media tanam mengalami interaksi pada peubah pertambahan panjang batang umur 2 MST. Faktor tunggal inokulasi FMA memberikan pengaruh nyata pada peubah pertambahan panjang batang pada semua umur, biomassa total, biomassa pucuk, dan jumlah bintil akar. Faktor tunggal media

tanam memberikan pengaruh nyata pada pertambahan panjang batang umur 2 MST dan biomassa akar. Hasil rekapitulasi analisis sidik ragam disajikan pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2 Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam pada peubah pertumbuhan bibit *Desmodium ovalifolium* umur 10 minggu setelah tanam
(Results summary of analysis of variance of the variables of 10 weeks after planting seedling *Desmodium ovalifolium* growth)

Peubah	Inokulasi FMA	Media tanam	Inokulasi FMA x media tanam	KK (%)
Pertambahan panjang 2 MST	**	*	*	29.08
Pertambahan panjang 4 MST	**	tn	tn	23.53
Pertambahan panjang 6 MST	**	tn	tn	24.21
Pertambahan panjang 8 MST	**	tn	tn	22.55
Pertambahan panjang 10 MST	**	tn	tn	22.55
Biomassa total (g)	**	tn	tn	22.32
Biomassa akar (g)	tn	*	tn	27.76
Biomassa pucuk (g)	**	tn	tn	24.81
Jumlah bintil akar	*	tn	tn	22.98

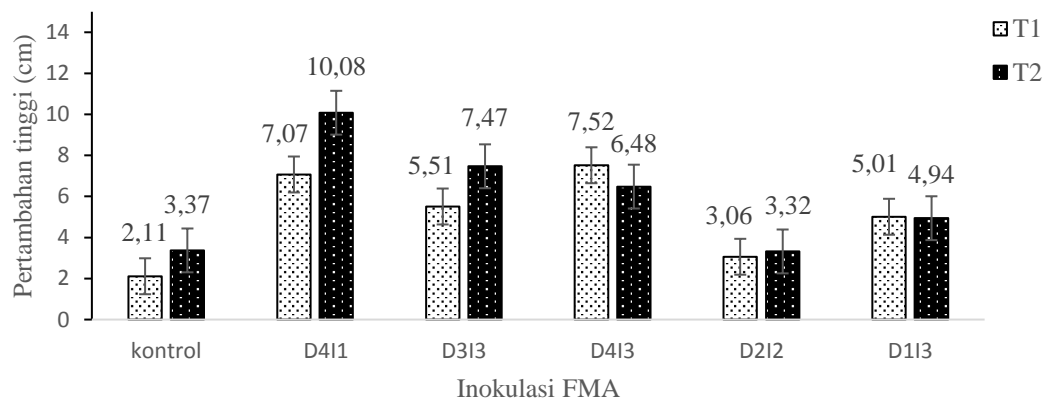
Keterangan: (**) = berpengaruh sangat nyata pada ($P \leq 0,01$);
 (*) = berpengaruh nyata pada ($0,01 \leq P \leq 0,05$);
 (tn) = berpengaruh tidak nyata pada ($P > 0,05$)

Interaksi antara perlakuan inokulasi FMA dan media tanam yang terjadi pada peubah pertambahan tinggi umur 2 MST menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare* (D₄I₁), diikuti kombinasi perlakuan inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₃) pada media tanam tanah pasca tambang dan kompos memberikan nilai terbaik, sedangkan perlakuan kontrol memiliki nilai yang terendah. Terlihat bahwa keberadaan FMA dan kompos dapat meningkatkan pertumbuhan bibit *D. ovalifolium* (Gambar 1).

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. Menurut Setyaningsih (2007) perkecambahan spora FMA sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik tanah (O_2 , CO_2 , temperatur tanah, dan kandungan air), dan sifat kimia tanah (pH dan kandungan hara), serta kualitas tanah. Ketersediaan unsur hara diawal pertumbuhan dapat meningkatkan proses fotosintesis tanaman inang sehingga dapat

menghasilkan karbohidrat lebih awal, sebagai sumber energi FMA dalam proses perkembangannya di dalam akar tanaman.

Menurut Simanungkalit *et al.* (2006) penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat memacu perkembangan mikroorganisme tanah terutama bakteri rhizobium. Jumlah N_2 yang dikonversi oleh bakteri rhizobium menjadi amonia sangat dipengaruhi oleh ketersediaan C-organik di lingkungan rhizosfer tanaman. Keberadaan kompos sebagai sumber bahan organik akan meningkatkan kerja FMA dan rhizobium sehingga ketersediaan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor juga akan meningkat dan berpengaruh terhadap serapan hara tanaman, diikuti pula dengan peningkatan pertambahan tinggi bibit *O. sumatrana* umur 2 MST. Hasil penelitian Prayudyaningsih dan Sari (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.



Keterangan :

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*

T₁ : tanah pasca tambang

T₂ : tanah pasca tambang dan kompos

Gambar (Figure) 1 Interaksi antara perlakuan inokulasi fungi mikoriza arbuskula dan media tanam pada peubah pertambahan tinggi bibit *Desmodium ovalifolium* umur 2 minggu setelah tanam (*Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi inoculation and growing medium treatments on increasing height of 2 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*)

Faktor tunggal inokulasi FMA juga menunjukkan pengaruh nyata terhadap peubah pertambahan panjang batang pada semua umur pengamatan. Jenis inokulan yang memberikan nilai pertambahan panjang batang terbaik yaitu inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₁) (2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST), dan inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₃) (4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST) dengan peningkatan sebesar (213.13%, 143.55%, 127.55%, 115.76%, 96.69%) dan (135.58%, 120.75%, 102.62%, 84.97 %) terhadap kontrol. Hasil analisis uji lanjut Duncan pengaruh perlakuan inokulasi FMA pada bibit *D. ovalifolium* disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 3 Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan bibit *Desmodium ovalifolium* (*The effect of inoculated arbuskula mycorrhizal fungi on the seedling Desmodium ovalifolium growth*)

Peubah	Inokulasi FMA					
	Kontrol	D ₄ I ₁	D ₃ I ₃	D ₄ I ₃	D ₂ I ₂	D ₁ I ₃
Pertambahan panjang batang (cm)						
2 MST	2.74 d	8.58 a	6.49 b	6.99 b	3.19 d	4.98 c
4 MST	6.52 d	15.88 a	12.14b	15.36 a	8.86 c	10.44bc
6 MST	11.18d	25.44 a	19.99b	24.68 a	16.58bc	14.43cd
8 MST	15.67c	33.81 a	25.42b	31.75 a	23.63b	16.00c
10 MST	19.89c	39.52 a	28.91b	36.79 a	29.09b	17.57c
Biomassa total (g)	6.21 b	17.38 a	9.42 b	18.04 a	10.46b	6.33 b
Biomassa akar (g)	1.17	1.04	1.38	1.88	1.17	1.79
Biomassa pucuk (g)	5.04 c	13.88 ab	8.13 bc	18.25 a	9.38 b	4.54 c
Jumlah bintil akar	60.67c	122.17ab	75.17bc	142.50a	105 abc	78.92bc

Keterangan: 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*

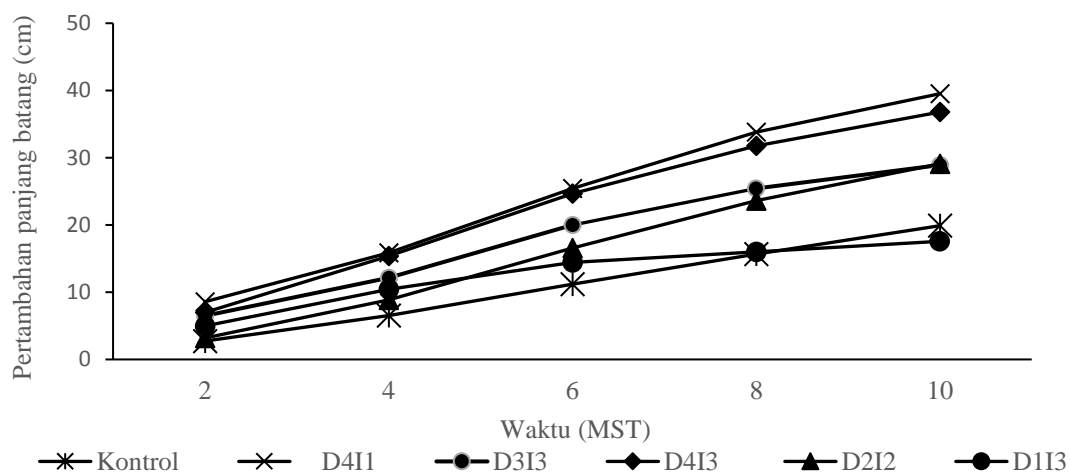
D₃I₃ : inokulan dari *D. triflorum* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*

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*

Proses kolonisasi akar oleh FMA pada tanaman inang membutuhkan waktu hingga keberadaan FMA efektif membantu tanaman inangnya dalam menyerap unsur hara. Bertham (2003) menyatakan sporulasi umumnya terjadi antara minggu ke 4 - 8 setelah pengkulturan. Dinamika pertambahan panjang batang *D. ovalifolium* terhadap perlakuan inokulasi FMA pada 4 MST telah menunjukkan peningkatan, sedangkan perlakuan kontrol memiliki tingkat pertumbuhan yang paling rendah (Gambar 2). Menurut Goltapeh *et al.* (2008) proses kolonisasi FMA pada akar tanaman inang melalui beberapa tahapan meliputi proses perkecambahan spora, diferensiasi hifa eksternal, pembentukan appresorium, penetrasi pada dinding sel akar inang membentuk hifa intraradikal, hifa intraradikal tumbuh menjalar diantara sel atau menembus sel epidermis dan mengkolonisasi ruang intra dan interseluler kortek akar, kemudian hifa intraradikal berdiferensiasi membentuk arbuskula, vesikel, dan spora. Setelah proses ini baru terjadi transportasi nutrisi dari FMA ke tanaman inang berupa serapan hara dan air, sedangkan FMA memperoleh unsur karbon dan fotosintat sebagai sumber energi dalam proses perkembangan spora di dalam akar tanaman inang.



Keterangan :

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*

Gambar (Figure) 2 Pengaruh inokulasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertambahan panjang batang bibit *Desmodium ovalifolium* pada umur 10 minggu setelah tanam (*The effect of inoculated arbuskula mycorrhizal fungi on increasing height of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*)

Keberadaan hifa dari spora FMA memiliki peran penting membantu tanaman inang dalam meningkatkan serapan hara. Keberadaan hifa FMA dapat meningkatkan daya jangkau akar, karena ukuran hifa yang sangat kecil yaitu 1/10 ukuran akar dengan panjang dapat mencapai 80 sampai 134 kali panjang akar. Hifa masuk ke dalam partikel-partikel tanah untuk menyerap unsur hara dan air yang tidak terjangkau oleh akar. Hifa FMA juga dapat menghasilkan enzim fosfatase yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfor pada daerah perakaran sehingga dapat diserap oleh akar. Peran ini sangat penting karena kondisi tanah pasca tambang pada umumnya dalam kondisi pH masam dengan unsur fosfat dalam bentuk terikat oleh Ca, Fe dan Al (Agustin 2011 ; Mansur 2013).

Unsur fosfor memegang peranan penting bagi pertumbuhan tanaman karena fosfor merupakan unsur hara esensial penyusun substrat berenergi tinggi (ATP, ADP, AML) yang memiliki peranan penting dalam reaksi-reaksi pada fase gelap fotosintesis, respirasi dan beberapa proses metabolisme lainnya (Lakitan 2011). 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 pertumbuhan tinggi bibit *D. ovalifolium*.

Hubungan signifikan antara peningkatan panjang batang terhadap biomassa ditunjukkan pula oleh perlakuan inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₁) dan inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D₄I₃). Pada peubah biomassa total dengan peningkatan sebesar 190.49% dan 179.88% dan biomassa pucuk dengan peningkatan 262.11% dan 175.39% terhadap kontrol. Ini menunjukkan semakin panjangnya batang, maka biomassa total dan biomassa pucuk juga akan mengalami peningkatan (Tabel 3). Ini dihubungkan dengan kemampuan FMA dalam membantu akar dalam meningkatnya serapan hara dan air yang diedarkan ke seluruh organ tanaman, karena selain menyerap unsur fosfor, hifa FMA juga dapat menyerap unsur hara yang mudah larut dan terbawa aliran massa seperti nitrogen, kalium, sulfur, kalsium sehingga serapan unsur hara ini juga ikut meningkat (Sastrahidayat 2011; Utami 2015).

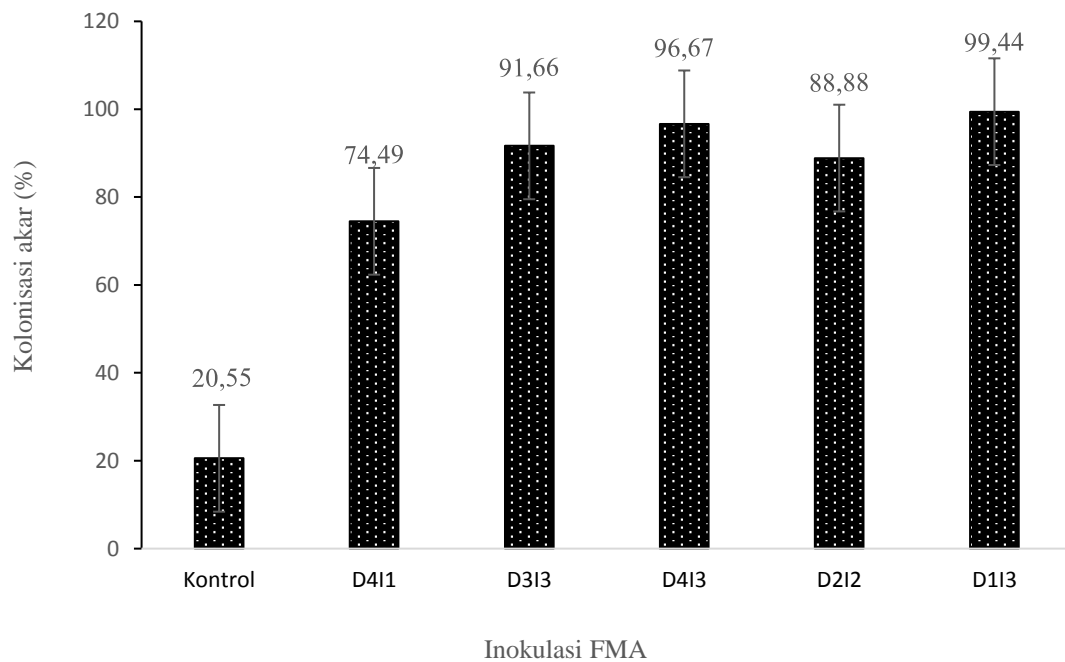
Tanaman *D. ovalifolium* merupakan jenis tanaman legum yang secara alami menghasilkan bintil akar yang bersimbiosis dengan bakteri rhizobium yang merupakan bakteri aerobik yang berbentuk batang, tidak punya spora dan hidup di sekitar perakaran tanaman. Pada umumnya rhizobium bersimbiosis dengan jenis tanaman legum yang memiliki kemampuan untuk membentuk bintil akar. Bakteri ini akan memasuki rambut-rambut akar dan menembus sel korteks bagian dalam, di dalam sel bakteri mengalami

pembelahan sel dan memperbanyak diri, sehingga akar akan membengkak membentuk bintil akar yang mengandung sel-sel bakteri yang disebut bakteroid. Pada bakteroid ini terjadi fiksasi nitrogen yang dibantu oleh enzim nitrogenase untuk mengubah nitrogen (N_2) di udara ke dalam bentuk amonium (NH_4^+) yang dapat diserap oleh tanaman (Munawar 2011). Nitrogen merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan dalam jumlah banyak dalam tubuh tanaman, yang berfungsi sebagai komponen protein, hormon, klorofil, vitamin dan enzim-enzim esensial. Di dalam tubuh tanaman nitrogen menyusun 40 - 50% bobot kering protoplasma pada bahan hidup sel tanaman (Munawar 2011).

Keberadaan hormon pertumbuhan yang dihasilkan hifa FMA seperti auksin dan giberelin juga dapat merangsang pembentukan bintil akar sehingga keberadaan hormon ini dapat meningkatkan jumlah bintil akar pada tanaman *D. ovalifolium*. Peningkatan jumlah bintil akar terlihat pada perlakuan inokulum asal D4I₃ (inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium*) dan D4I₁ (inokulan dari *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *S. vulgare*) dengan peningkatan 134.88% dan 101.37% terhadap kontrol. Keberadaan rhizobium dan FMA akan saling berinteraksi secara sinergistik dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, jumlah bintil akar dan hasil panen (Rao 1994 ; Oktaviani *et al.* 2014).

Inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D4I₁) dan inokulan asal *D. heterocarpon* dengan tanaman inang *D. ovalifolium* (D4I₃) memberikan pengaruh terbaik pada pertumbuhan bibit *D. ovalifolium*. Hasil ini juga telah terlihat dari hasil kultur penangkaran yang memperlihatkan penggunaan sumber inokulum asal *D. heterocarpon* dengan tiga jenis tanaman inang memberikan nilai persentase kolonisasi akar, jumlah spora, dan tipe spora paling tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa sumber inokulum *D. heterocarpon* memiliki tingkat efektivitas spora FMA yang tinggi terhadap pertumbuhan tanaman *D. ovalifolium*. Jumlah spora dan keragaman tipe spora yang lebih banyak, akan meningkatkan kesempatan spora untuk menginfeksi akar tanaman inang. 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 bobot kering bibit kelapa sawit.

Tingkat infektivitas perlakuan inokulasi FMA terlihat pula dari struktur yang terbentuk pada akar *D. ovalifolium*. Adapun struktur yang teramati yaitu hifa intraradika, hifa ekstraradikal, vesikula dan arbuskula. Adapun nilai persentase kolonisasi akar *D. ovalifolium* dengan perlakuan inokulasi FMA dengan kategori tinggi dengan rentang 74.49% - 99.44 %, sedangkan perlakuan kontrol dengan kategori nilai sedang yaitu 20.55 % (Gambar 3).



Keterangan :

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*

Gambar (Figure) 3 Persentase kolonisasi akar bibit *Desmodium ovalifolium* pada umur 10 minggu setelah tanam (*Root colonization of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*)

Penggunaan media tanam tanah pasca tambang dan kompos pada penelitian ini juga untuk ditunjukkan untuk mengevaluasi kemampuan pertumbuhan *D. ovalifolium* pada kondisi tanah pasca tambang. Hasil analisis uji lanjut Duncan terhadap pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan bibit *D. ovalifolium* disajikan pada Tabel 4.

Tabel (Table) 4 Pengaruh perlakuan media tanam terhadap pertumbuhan bibit *Desmodium ovalifolium* pada umur 10 minggu setelah tanam (*The effect of media treatment on increasing height of 10 weeks after planting Desmodium ovalifolium seedling*)

Peubah	Media Tanam	
	Tanah pasca tambang	Tanah pasca tambang dan kompos
Pertambahan panjang batang (cm)		
2 MST	5.04 b	5.94 a
4 MST	11.08	11.95
6 MST	17.08	19.62
8 MST	23.59	25.36
10 MST	24.49	29.77
Biomassa total (g)	12.29	10.32
Biomassa akar (g)	1.71 a	1.10 b
Biomassa pucuk (g)	11.28	8.46
Jumlah bintil akar	92.60	89.25

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf α 5%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada peubah pertambahan panjang batang umur 2 MST, nilai terbaik ditunjukkan oleh perlakuan media tanam tanah pasca tambang dan kompos. Penambahan kompos pada tanah pasca tambang memberikan pengaruh terhadap serapan hara bibit *D. ovalifolium* sehingga dapat meningkatkan pertambahan panjang batang. Sedangkan pada peubah biomassa akar, perlakuan media tanam tanah tambang memberikan nilai terbaik, hal ini dikarenakan keberadaan rhizobium pada akar *D. ovalifolium* tetap dapat meningkatkan serapan nitrogen bagi tanaman walau tanpa penambahan kompos. Sejalan dengan hasil penelitian Hasanah (2014) penanaman *D. ovalifolium* dan *D. heteropyllum* menghasilkan biomassa yang lebih besar pada tanah tambang dengan peningkatan sebesar 111.59% dan 63.73% pada tanah *subsoil*, sehingga walaupun ditanam pada kondisi tanah pasca tambang tanaman tetap mendapatkan suplai unsur hara N dari asosiasi akar tanaman *D. ovalifolium* dengan bakteri rhizobium.

BAB IV

KESIMPULAN

Hasil uji inokulan FMA asal rhizosfer 4 jenis *Desmodium* spp. yang ditangkarkan pada beberapa inang berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit *D. ovalifolium* berdasarkan peubah pertambahan panjang batang, biomassa total, biomassa pucuk, jumlah bintil akar dan persentase kolonisasi akar.

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]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Bertham YH. (2003). Teknik pemurnian biakan monoxenic CMA dengan metode cawan petri dan tabung reaksi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 5 (1), 18-26.
- Dicko MH, Gruppen H, Traore AS, Voragen AGJ, Berkel WJH. (2006). Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*, 5 (5), 384 - 395.
- 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.
- Dogget H. (1988). *Sorghum*. Canada (CA) : Longman Scientific and Technical.
- 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?, 3- 28. In : Varma A, editor. *Mycorrhiza 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.
- Lakitan B. (2011). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta (ID). Rajagrafindo Persada.
- Mansur I. (2013). *Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang*. Bogor (ID): SEAMEO BIOTROP.
- Mbaubedari KF. (2011). Pengaruh fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan media tumbuh terhadap pertumbuhan plantling gaharu (*Gyrinops versteegii* Gilg. Domke) hasil multiplikasi in-vitro [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Munawar A. (2011). *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor (ID). IPB Press.
- Oktaviani D, Hasanah Y, Barus A. (2014). Pertumbuhan kedelai (*Glycine max* l. Merrill) dengan aplikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan konsorsium mikroba. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2 (2), 905-918.
- Prayudianingsih R, Sari R. (2013). 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
- Rao NS. (1994). *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta (ID). Universitas Indonesia.
- Rillig MC, Steinberg PD. (2002). Glomalin production by an arbuscular mycorrhizal fungus: a mechanism of habitat modification. *Soil Biology & Biochemistry*, 34, 1371 - 1374.
- Sastrahidayat IR. (2011). *Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza dalam Meningkatkan Produksi Pertanian*. Malang (ID) : Universitas Brawijaya Press.
- Schmidt A, Lascano C E, Maass B L, Kraft R S. (1997). An approach to define G x E interaction in a core collection of *Desmodium ovalifolium*. ID. 192: 1/59 -1/60.
- Setyaningsih L. (2007). Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula dan kompos aktif untuk meningkatkan pertumbuhan semai mindi (*Melia Azedarach* LINN) pada media tailing tambang emas pongkor [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- 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.

- Suharno, Sancayaningsih RP. (2013). Fungi mikoriza arbuskula: potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Jurnal Bioteknologi*, 10 (1), 31 - 42.
- Suharti N, Habazar T, Nasir N, Dachryanus, 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.
- Utami Y. (2015). Produktivitas dan kualitas hijauan *Indigofera zollingeriana* yang diinokulasi fungi mikoriza arbuskula dengan berbagai level boron [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian 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.
- 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.
- Zuhelmi V, Aneloi Z, Suwirmen. (2015). Pengaruh 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. Rincihan Dana

No	Kebutuhan	Jumlah	Harga	Total Harga
1.	Media Tanam	50 kg	Rp. 3.000	Rp. 150.000
2.	Polibag	2 Kg	Rp. 30.000	Rp. 60.000
3.	Sewa Rumah Kaca	1 set	Rp. 500.000	Rp. 500.000
4.	Analisis FMA	1 Paket	Rp. 500.000	Rp. 500.000
5.	Analisis Tanah	1 Paket	RP. 600.000	Rp. 600.000
6.	Analisis Jaringan Tanaman	1 Paket	Rp. 700.000	Rp. 700.000
Total				Rp. 2.510.000

Terbilang “ *Dua Juta Lima Ratus Sepuluh Ribu Rupiah*”