

Eksplorasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Histosol di Perkebunan Kelapa Sawit PT.  
Nafasindo Kabupaten Aceh Singkil dengan Kultur Trapping  
(Exploration of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Histosol at Oil Palm  
Plantation Of PT. Nafasindo Aceh Singkil District with Trapping Culture)

Alexander Parlindungan<sup>1</sup>, Teti Arabia<sup>1</sup>, Fikrinda<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

**Abstrak.** Eksplorasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) dilakukan dengan kultur *trapping* menggunakan jagung sebagai tanaman inang dan beberapa media pembawa (pasir, biochar, zeolit). Sampel tanah yang digunakan berasal dari rizosfer berbagai umur kelapa sawit (1, 5, dan 10 tahun) dari PT. Nafasindo Aceh Singkil. Jumlah spora FMA terbanyak dijumpai pada rizosfer kelapa sawit umur 10 tahun (33,94) yang berbeda nyata dengan umur 1 tahun (14,94) dan tidak berbeda nyata dengan 5 tahun (21,88), sedangkan berbagai media tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah spora. Terdapat dua genus FMA yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit PT. Nafasindo Kabupaten Aceh Singkil, yaitu *Glomus* (enam spesies) dan *Acaulospora* (satu spesies), *Glomus* merupakan spesies yang dominan. Persentase kolonisasi FMA tidak nyata dipengaruhi oleh umur kelapa sawit dan media pembawa pada kultur *trapping*. Kolonisasi FMA kelapa sawit berumur 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun tergolong rendah. Seperti halnya umur tanaman, kolonisasi FMA pada berbagai media pembawa tergolong rendah.

**Kata kunci :** *Glomus*, *Acaulospora*, biochar, zeolit

**Abstract.** Exploration of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) by *trapping* culture used maize as host plant and some carrier mediums (sand, biochar, zeolite). The soil samples used were derived from the various age rhizosphere of oil palm (1, 5, and 10 years) from PT. Nafasindo Aceh Singkil. The results showed that highest number of FMA spores were found in the 10-year-old palm oil rhizosphere (33.94) which was significantly different from the age of 1 year (14.94) and was not significantly different from 5 years (21.88), while the media showed no significant effect on Number of spores. There were two genera of FMA found in oil palm plantation PT. Nafasindo of Aceh Singkil Regency, namely *Glomus* (six species) and *Acaulospora* (one species), *Glomus* is the dominant genus. The percentage of AMF colonization was not significantly affected by the age of oil palm and carrier media in *trapping* culture. AMF colonization of oil palm aged 1 year, 5 years, and 10 years was low. As like the age, FMA colonization of various carrier media was low.

**Keywords:** *Glomus*, *Acaulospora*, biochar, zeolite

## PENDAHULUAN

Fungi mikoriza merupakan suatu hubungan saling menguntungkan antara fungi dan akar tanaman (Madjid, 2009). Hampir 90% jenis tanaman berasosiasi dengan mikoriza (Smith dan Read 2008). Menurut Sastrahidayat (2000), simbiosis fungi mikoriza arbuskula (FMA) dengan akar tanaman dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk fosfat. Cavagnaro *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa fungi mikoriza arbuskula juga mempunyai kemampuan untuk menekan hilangnya nutrisi dari tanah karena FMA mampu memperbesar zona intersepsi akar dan mencegah hilangnya nutrisi.

Mikoriza tidak hanya berkembang pada tanah berdrainase baik, tetapi juga pada lahan tergenang, bahkan pada lingkungan yang sangat miskin hara. Salah satu lahan yang mempunyai kriteria tersebut dapat ditemui pada tipe tanah ordo Histosol atau yang lebih umum disebut tanah gambut (Hanafiah, 2004). Lahan gambut (Histosol) yang berada di Kabupaten Aceh Singkil sebagian digunakan untuk lahan perkebunan kelapa sawit swasta seperti PT. Nafasindo. Perkebunan kelapa sawit swasta ini memiliki luas sekitar  $\pm 12.000$  ha yang sebagian luas wilayahnya adalah lahan gambut. Untuk melihat keragaman populasi mikoriza arbuskula yang berasosiasi dengan akar tanaman kelapa sawit pada lahan gambut PT. Nafasindo perlu dilakukan eksplorasi.

Eksplorasi FMA dapat dilakukan dengan isolasi langsung dan kultur *trapping*. Eksplorasi fungi mikoriza arbuskula dengan metode isolasi langsung sering memperoleh hasil keragaman dan jumlah populasi yang rendah sehingga perlu dilakukan dengan metode kultur *trapping* (pemerangkapan). Hal ini disebabkan karena spora hasil isolasi dari lapangan tidak optimal sebagai bahan identifikasi dan determinasi (Rainiyati, 2007).

Pemilihan media pembawa merupakan aspek yang paling penting untuk memerangkap fungi mikoriza arbuskula (Menge, 2004). Media yang biasa dijadikan sebagai tempat tumbuh fungi mikoriza arbuskula dapat berupa pasir, tanah beragregat liat, gambut, dan zeolit (Simanungkalit, 2003). Pada penelitian ini media yang digunakan untuk kultur *trapping* adalah biochar, pasir sungai, dan zeolit. Selain media tanam, umur penanaman pada tanah yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap jumlah spora dan tingkat infeksi FMA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Penelitian eksploratif ini bertujuan untuk mengetahui jumlah spora, henis FMA dan kolonisasi FMA beberapa umur tanaman kelapa sawit PT. Nafasindo dengan kultur *trapping*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kasa Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala sedangkan untuk ekstraksi spora, identifikasi spora dan pengamatan persentase kolonisasi FMA pada akar tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.

## MATERI DAN METODE

### Pengambilan Sampel

Sampel tanah diambil dari perkebunan kelapa sawit PT. Nafasindo Aceh Singkil. Pengambilan sampel tanah pada rizosfer kelapa sawit umur 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.

### Kultur *Trapping*

Eksplorasi FMA dilakukan dengan kultur *trapping* yang menggunakan jagung sebagai tanaman inang. Media pembawa yang digunakan adalah media pasir, biochar, dan zeolit.

### Analisis Sifat Kimia Tanah

Sampel tanah yang digunakan untuk kultur *trapping* terlebih dahulu dianalisis kimia tanahnya. Analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium Departemen Ilmu Tanah Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Sifat kimia tanah yang dianalisis pada penelitian ini adalah pH (Elektrometri), C-Organik (pengabuan atau pembakaran), N- Total (Kjeldhal), P- tersedia (Bray 1), K-dd (Ekstraksi dengan 1N NH<sub>4</sub>OAc pH 7,0), dan KTK (Ekstraksi dengan 1N NH<sub>4</sub>OAc pH 7,0).

### Jumlah spora

Teknik yang digunakan untuk mengekstrak spora FMA dengan metode teknik tuang saring (Pacioni, 1992) dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi (Brundrett *et al.*, 1996). Jumlah spora yang dihitung menggunakan mikroskop *disecting*.

### Identifikasi jenis FMA

Identifikasi spora menggunakan metode *Manual for the Identification of Mycorrhiza Fungi* (Schenk and Perez, 1990). Pembuatan preparat spora menggunakan bahan PVLG yang diletakkan pada kaca preparat. Spora-spora FMA yang dihitung dari ekstraksi diambil

menggunakan pinset spora dan dipisahkan berdasarkan perbedaan bentuk, ukuran, dan warnanya.

### Kolonisasi FMA

Pengamatan kolonisasi FMA menggunakan teknik pewarnaan akar (*staining*) dari Kormanik dan Mc Graw (1982 dalam Brundrett *et al.*, 1996). Tingkat kolonisasi akar tanaman oleh fungi mikoriza arbuskula terdiri dari lima kelas (Rajapakse dan Miller, 1992).

$$\% \text{ Kolonisasi Akar} = \frac{\sum \text{bidang pandang bertanda (+)}}{\sum \text{bidang pandang keseluruhan}} \times 100\%$$

### Analisa Data

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksploratif dengan kultur *trapping*. Analisa statistik untuk melihat jumlah spora dan kolonisasi FMA yang digunakan adalah uji anova dan menyajikannya kedalam statistik deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Untuk melihat keragaman jenis FMA PT. Nafasindo disajikan dalam bentuk gambar.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Kimia Tanah

Hasil analisis kimia dinilai berdasarkan kriteria analisis kimia tanah kimia tanah (LPT, 1983). Hasil analisis kimia tanah di PT. Nafasindo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia tanah pada rizosfer kelapa sawit PT. Nafasindo

Umur (tahun)	pH	C-Organik (%)	C/N	N total (%)	P Bray I (ppm)	K-dd ....cmol/kg tanah...	KTK
1	3,87	19,15	15,19	1,26	321,05	0,65	84,79
5	3,55	19,15	13,39	1,43	60,52	1,15	67,35
10	3,38	19,36	14,77	1,31	94,68	0,48	76,07

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Kimia Tanah IPB Bogor (2015)

Derajat kemasamam tanah (pH) merupakan suatu ciri atau parameter yang digunakan untuk menunjukkan keadaan masam – basa di dalam tanah. Nilai pH pada ketiga umur tanaman kelapa sawit tergolong sangat masam. Andriessse (1988) menyatakan bahwa pH pada Histosol dalam berkisar antara 3,1-3,9) sedangkan pH Histosol dangkal memiliki pH lebih tinggi (4,0-5,1).

C-organik menentukan kandungan bahan organik di dalam tanah (Foth, 1994). Bahan organik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan dan populasi FMA di dalam tanah, karena bahan organik merupakan sumber makanan bagi FMA untuk hidup dan berkembang (Nurbaity, 2009). Tabel 1 menunjukkan nilai C-organik di rizosfer kelapa sawit berumur 1, 5, dan 10 tahun termasuk kategori sangat tinggi. Menurut Agus dan Subiksa (2008), tanah Histosol menyimpan karbon dalam jumlah besar, hal ini disebabkan oleh penumpukan serasah dan bahan organik lain dalam jangka waktu cukup lama bahkan mencapai ribuan tahun.

Nitrogen merupakan unsur hara makro essensial yang menyusun sekitar 1,50% bobot tanaman dan berfungsi dalam pembentukan protein (Hanafiah, 2005). Nilai N pada rizosfer kelapa sawit pada umur 1 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun tergolong sangat tinggi (1,26-1,43%). Lucas, (1982) dalam (Noor, 2001) menyatakan bahwa nilai N tanah Histosol Indonesia berkisar 1%-2% dan hanya setengah yang dapat diserap oleh tanaman .

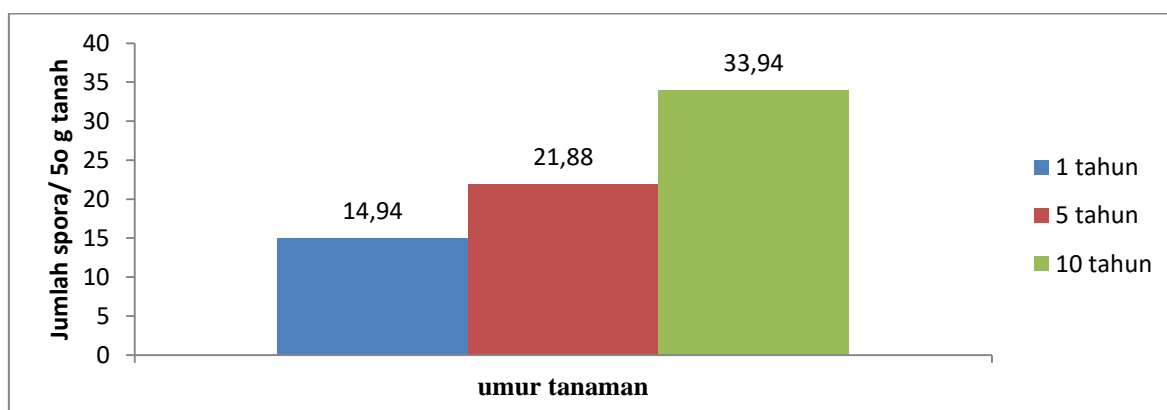
Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial bagi tanaman yang berfungsi untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Syahfitri, 2008). Menurut Octavianti (2014), ketersediaan P yang tinggi akan menurunkan aktivitas FMA didalam tanah. Kandungan P tersedia tanah pada setiap rizosfer kelapa sawit pada berbagai umur tanaman tergolong sangat tinggi.

Kalium (K) merupakan unsur hara makro esensial ketiga yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak (Pardede *et al.*, 2003). Unsur K di dalam tanah juga mempengaruhi perkembangan FMA (Nurhandayani *et al.*, 2013). Nilai K-dd pada rizosfer berbagai umur kelapa sawit yaitu 0,48- 1,15 cmol/kg tanah tergolong dalam kriteria sedang hingga sangat tinggi.

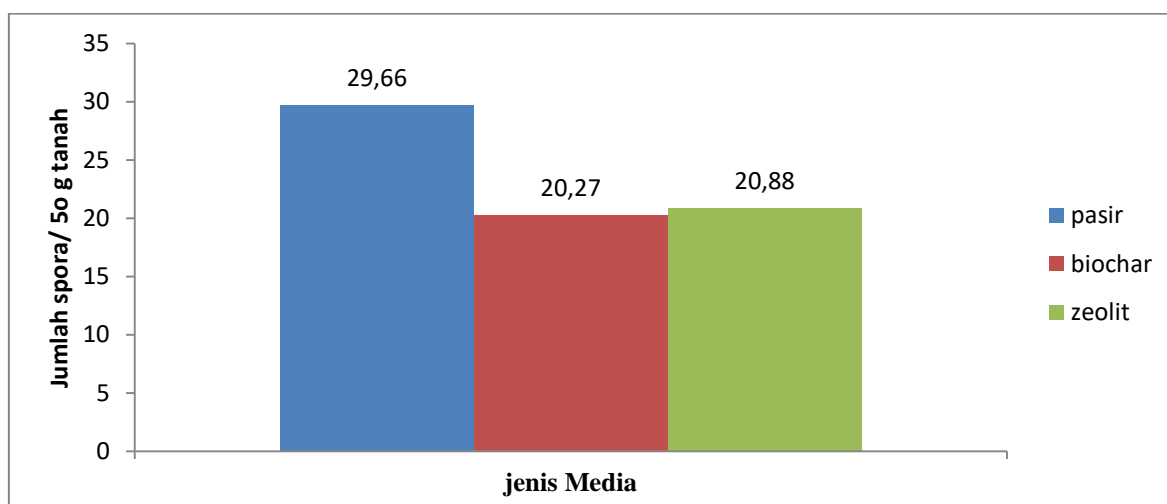
Kapasitas tukar kation merupakan banyaknya kation-kation yang dijerap atau dilepaskan dari permukaan koloid liat atau humus dalam cmol/kg tanah (Hasibuan, 2006). Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa nilai KTK tanah pada lokasi pengambilan sampel tanah tergolong sangat tinggi (67.35-84.79).

### Jumlah Spora

Jumlah spora FMA pada berbagai umur tanaman kelapa sawit dan berbagai media pembawa dapat dilihat berturut pada gambar dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 .



Gambar 1. Rata-rata jumlah spora FMA pada umur tanaman kelapa sawit



Gambar 2. Rata-rata jumlah spora FMA pada media kultur *trapping*

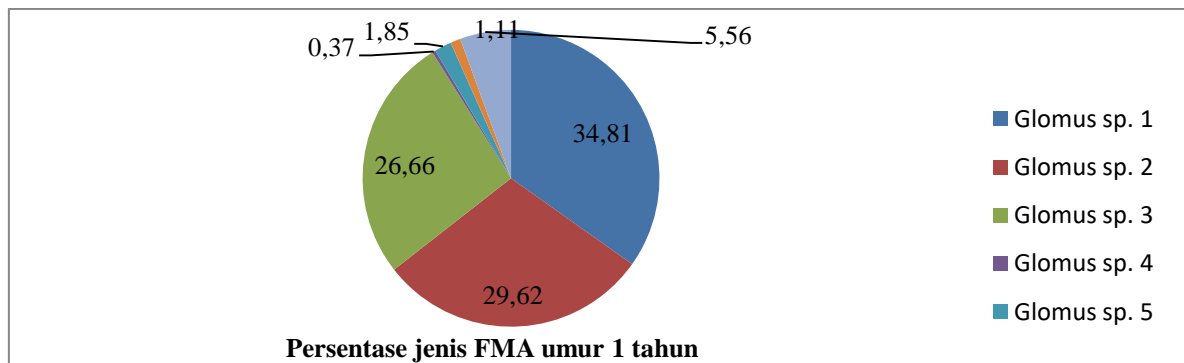
Jumlah spora FMA tertinggi dijumpai pada rizosfer kelapa sawit umur 10 tahun (33,94) yang berbeda terhadap umur 1 tahun (14,94) tetapi tidak berbeda nyata dengan umur 5

tahun (21,88). Widiastuti (2006) menyatakan perbedaan umur tanaman mempengaruhi populasi FMA didalam tanah.

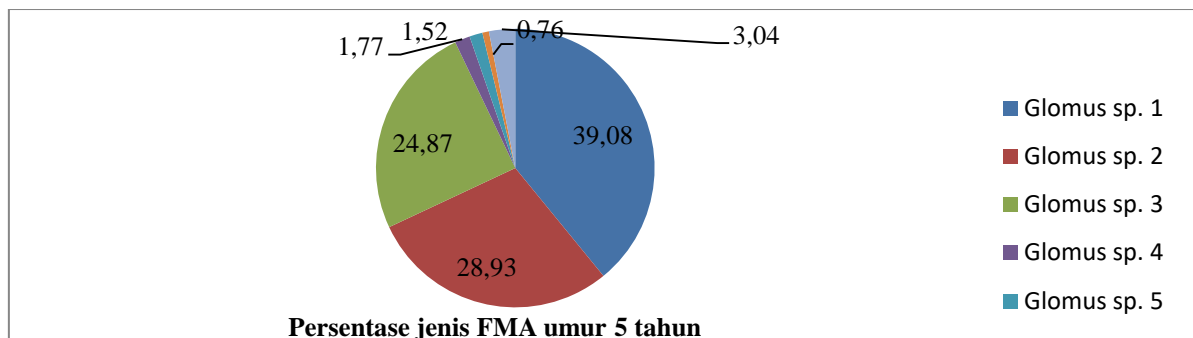
Jenis media pembawa tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah spora. Jumlah spora terbanyak adalah (29,66) ditemukan pada media pasir yang diikuti oleh media zeolit (20,88) dan media biochar (20,27). Diduga tinginya rata-rata jumlah spora pada media pasir tersebut karena pasir memiliki nilai hara P yang rendah. Millner dan Kitt (1992) menyatakan bahwa kadar unsur hara P sebesar 20 ppm optimal untuk produksi inokulum *Glomus etunicatum* pada sistem berbasis pasir menggunakan tanaman inang jagung. Menurut Mayerni (2008), penggunaan media tanah dicampur pasir mampu mendukung perkembangan spora FMA.

### Jenis Spora FMA

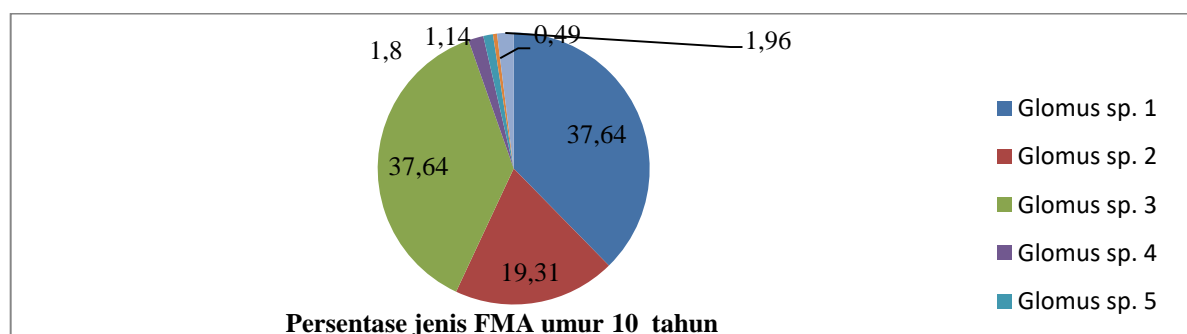
Terdapat tujuh spesies FMA di PT. Nafasindo, yaitu *Glomus* sp. 1, *Glomus* sp. 2, *Glomus* sp. 3, *Glomus* sp. 4, *Glomus* sp. 5, *Glomus* sp. 6 dan *Acaulospora*. Persentase jenis spora FMA yang dijumpai pada umur tanaman kelapa sawit berturut-turut tertera pada Gambar 3, 4, dan 8.



Gambar 3. Keanekaragaman FMA PT. Nafasindo pada umur 1 tahun



Gambar 4. Keanekaragaman FMA PT. Nafasindo pada umur 5 tahun



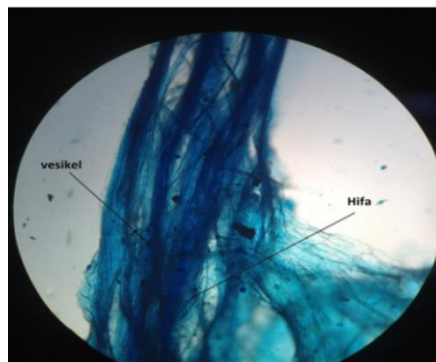
Gambar 5. Keanekaragaman FMA PT. Nafasindo pada umur 10 tahun



*Glomus* sp 1 merupakan spesies FMA dominan yang dijumpai pada ketiga umur tanaman kelapa sawit, namun pada umur 10 tahun, jenis spora ini dijumpai dalam jumlah yang sama dengan *Glomus* sp 3. Genus spora FMA dominan di perkebunan kelapa sawit PT. Nafasindo adalah *Glomus*. Hal ini diduga karena FMA ini lebih memiliki daya adaptasi yang baik dan lebih toleran terhadap pH rendah atau masam. Delvian (2006), menyatakan bahwa *Glomus* adalah jenis FMA dominan karena jenis FMA ini memiliki daya adaptasi yang cukup baik baik pada kondisi pH rendah (masam) ataupun netral.

### Kolonisasi FMA

Putra *et al.* (2012) menyatakan bahwa kolonisasi FMA dengan akar tanaman ditandai dengan ditemukannya struktur FMA seperti hifa, vesikel, arbuskular, spora pada akar tanaman. Akar tanaman jagung yang terinfeksi oleh FMA dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 6. Kolonisasi FMA pada akar jagung (*Zea mays L.*)

Hasil uji anova menunjukkan bahwa, tidak terdapat perbedaan kolonisasi akar oleh FMA pada berbagai umur tanaman kelapa sawit dan jenis media pembawa yang digunakan. Rata-rata kolonisasi umur tanaman kelapa sawit dan media pembawa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kolonisasi FMA

Media pembawa	Umur			Rerata Media (%)
	1	5	10	
Pasir	8,33 (R)	6,50 (R)	9,16 (R)	8,00 (R)
Biochar	11,33 (R)	4,83 (SR)	34,00 (S)	16,72 (R)
Zeolit	11,66 (R)	7,50 (R)	28,00 (S)	15,72 (R)
Rerata umur	10,44 (R)	6,27 (R)	23,72 (R)	13,48 (R)

Keterangan: (SR) infeksi akar 0 - 5% (sangat rendah)  
(R) infeksi akar 6 - 25% (rendah)  
(S) infeksi akar 26 - 50% (sedang)

Tabel 2 menunjukkan kolonisasi FMA tertinggi dijumpai pada umur tanaman kelapa sawit 10 tahun menggunakan media biochar yaitu 34% dalam kategori sedang. Rata-rata kolonisasi akar oleh FMA pada berbagai umur tergolong rendah. Hal ini diduga sangat tingginya P tersedia pada lokasi penelitian. Thompson (1994) dalam Rini (2011) menyatakan bahwa konsentrasi P yang tinggi di dalam tanah akan menurunkan tingkat kolonisasi akar tanaman oleh fungi mikoriza arbuskula.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata kolonisasi akar FMA pada media pasir (8%) paling rendah dibandingkan dengan media biochar (16,72%) dan zeolit (15,72%). Rendahnya rata-rata kolonisasi FMA media pasir berbanding terbalik dengan jumlah spora FMA pada

media pasir. Hal ini sejalan dengan Tuheteru (2008) yang menyatakan bahwa jumlah spora dan kolonisasi FMA tidak memiliki hubungan yang erat.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Umur tanaman kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah spora FMA. Umur tanaman kelapa sawit 10 tahun tidak berbeda nyata dengan umur 5 tahun, tetapi berbeda sangat nyata dengan umur 1 tahun. Jenis media pembawa tidak berbeda terhadap jumlah spora FMA Terdapat tujuh spesies FMA yaitu FMA yaitu *Glomus sp. 1*, *Glomus sp. 2*, *Glomus sp.3*, *Glomus sp. 4*, *Glomus sp. 5* dan *Glomus sp 6*. dan *Acaulospora*.. Interaksi umur tanaman kelapa sawit dan media tanam berpengaruh tidak nyata persentase kolonisasi FMA. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap media yang dapat meningkatkan persentase kolonisasi akar oleh infeksi FMA.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I.G.M.Subiksa. 2008. Lahan Gambut : Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAFT) Bogor, Indonesia.
- Andriesse J.P. 1988. Natural And Management Of Tropical Peat Soil. Bulletin Fao Soil Vol: 59.
- Brundrett, M. C., N. Bougherr, B. Dells, T. Grove dan N. Malajczuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre For International Agriculture Research (ACIAR), Canberra.
- Cavagnaro, TR., SF. Bender, dan RH. Asghari. 2015. The role of arbuscula mycorrhizas in reducing soil nutrient loss. Trends in plant Sci 20(5): 283-290.
- Delvian. 2006. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor.158 hlm
- Foth, H.D. 1994. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 782 hlm.
- Hanafiah, K. A. 2004. Dasar-dasar Ilmu Tanah.Volume ke-2, Dasar-dasar Ilmu Tanah Lanjutan. Palembang.
- Hanafiah, A. K. 2005. Dasar - dasar Ilmu Tanah Ultisol. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasibuan B A. 2006. Ilmu Tanah. Universitas Sumatra Utara, Fakultas Pertanian. Medan.
- Kormanik, P.P. and A.C. Mc. Graw. 1982. Qualification of A VM in plant root. p. 27-45. In Nc. Snhenck (Ed.). Methods and Principles of Mycorrhizal Research. APS Soc. St. Paul, Minnesota.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1983. Pedoman pengamatan tanah dilapangan. LPT No. 4/1969. Bogor.
- Lucas, R.E., 1982. Organic Soil (Histosol) Formation, Physical and Chemical properties and Management for Crop production. Research report 435 farm Science.
- Madjid, A. 2009. Dasar-dasar Ilmu Tanah. USP Press. Palembang.
- Mayerni, R. dan Hervani. D. 2008. Pengaruh Jamur Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selasih (*Ocimum sanctum* L). Fakultas Pertanian, Universitas Andalas.
- Menge, J.A. 2004. Inoculum Production VA Mycorrhiza. Florida. CRC Press. Hal. 187-203.
- Millner PD, Kitt DG. 1992. The Beltsville method for soilless production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza 2:9-15.

- Nurbaity, A., Herdiyantoro, D., Mulyani, O. 2009. Pemanfaatan Bahan Organik sebagai Bahan Pembawa Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Biologi* Vol. XIII (1), 7-11.
- Nurhandayani, R., Linda, R., dan Khotimah, S. 2013. Inventarisasi Jamur Mikoriza Arbuskular dari Rizosfer Tanah Gambut Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr). *Jurnal Protobiont*, 2 (3): 146-151.
- Noor, M. 2001. *Pertanian Lahan Gambut : Potensi dan Kendala*. Kanisius. Yogyakarta.
- Octavianti, E.N., dan D.Ermavitalini. 2014. Identifikasi mikoriza dari lahan Desa Poteran, Sumenep Madura. *Sains dan Seni Pomits* 3 (2): 2337-3520
- Pacioni, G. 1992. Wet sieving and decanting techniques for the extraction of spores of VA mycorrhizal fungi. In: JR. Norris, DJ. Read, AK. Varma, editor. *Methods in Microbiology*. San Diego (GB): Academic Pr. Hlm 317-322.
- Pardede, W. W. N., Supriadi dan Razali. 2013. Survei dan pemetaan status kalium lahan sawah pada daerah irigasi Bahal Gaja atau tiga Bolon Kecamatan Sidamanik. *Agroekoteknologi*. 1(3) : 2337-6597.
- Putra, P.G., Muin, A dan F. Yurso. 2012. Studi asosiasi fungi arbuskula (FMA) pada tegakan *Eucalyptus pellita* di lahan gambut. *Pontianak. Untan* 2 (2) : 72-81.
- Rainiyati. 2007. Status dan keaneka ragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pisang raja nangka dan potensi pemanfaatannya untuk peningkatan produksi pisang asal kultur jaringan di Kabupaten Merangin, Jambi . Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. 140p
- Rajapakse, S. Dan JC. Jr. Miller Jr. 1992. Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties *Methods Microbial*. 24:302-316.
- Rini, M.V. 2011. Populasi fungi mikoriza arbuskula pada beberapa kebun kelapa sawit di Lampung Timur. *Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan BKS Barat*. Hlm. 377 – 383.
- Sastrahidayat, IR. 2000. Aplikasi mikoriza vesikular arbuskula pada berbagai jenis tanaman pertanian di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I: Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula sebagai agen bioteknologi ramah lingkungan dalam meningkatkan produktivitas lahan dibidang kehutanan, perkebunan, dan pertanian di eramilenium baru*. Kerjasama Asosiasi Mikoriza Indonesia (AMI), Pusat Antar Universitas (PAU) Bioteknologi IPB, Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan, dan The British Council. Bogor, 15-16 November 1999.
- Simanungkalit, R.D.M. 2003. Teknologi jamur Mikoriza Arbuskuler: Produksi inokulan dan pengawasan mutunya. Program dan Abstrak Seminar dan Pameran: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. 16 September 2003. pp 11.
- Syahfitri, M. M. , 2008. Analisis Unsur Hara Fosfor ( P ) Pada Daun Kelapa Sawit Secara Spektrofotometri di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Departemen Kimia, Program Studi Kimia Analisis, Fakultas Ilmu Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Tuhuteru, F. D. 2008. Sistem mekera dan humunu sebagai kearifan suku tolaki dalam menghindari kebakaran lahan dan hutan Provinsi Sulawesi Tenggara. Universitas Haluoleo. Kendari.
- Widiastuti, H. 2006. Infektivitas dan efektivitas propagaul mikoriza arbuskula yang diisolasi dari beberapa rizosfer kelapa sawit. *Agronomi*. 10 (1) : 36.