



Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rhizosfir Tanaman di Kawasan Revegetasi Lahan Penambangan Timah di Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA

Yudisca Anggreiny¹, Khoiron Nazip², Didi Jaya Santri³

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya

^{2,3}Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM. 32 Indralaya, OI, Sumatera Selatan 30662

E-mail: yudisca08@gmail.com

E-mail: nazipkhoironnazip@yahoo.co.id

E-mail: dj_santri@unsri.ac.id

Abstrak: Penelitian mengenai identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada tanaman revegetasi lahan penambangan timah di Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka dan sumbangannya pada pembelajaran biologi SMA telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman genus dan persentase infeksi FMA yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman akasia, jabon dan sengon yang terdapat di kawasan revegetasi lahan pertambangan timah. Pengambilan sampel menggunakan metode *composite sampling*. Teknik isolasi spora menggunakan metode tuang saring basah. Dari penelitian ini telah teridentifikasi 5 genus FMA yaitu *Acaulospora*, *Diversispora*, *Gigaspora*, *Glomus*, dan *Scutellospora*. Genus yang mendominasi adalah *Glomus* dengan kepadatan spora 23,33 spora/50gr tanah sampel. Kepadatan spora terbesar terdapat pada rhizosfir tanaman akasia dengan jumlah 37 spora/50gr tanah sampel. Persentase infeksi FMA pada perakaran tanaman sampel termasuk dalam kategori sedang dan infeksi tertinggi pada tanaman akasia sebesar 72,5%. Informasi hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif contoh kontekstual pada pembelajaran biologi kelas X Semester I pada Kompetensi Dasar 3.7 Mengelompokkan jamur berdasarkan ciri-ciri, cara reproduksi, dan mengaitkan peranannya dalam kehidupan.

Kata Kunci : akasia, mikoriza, FMA, lahan tambang, revegetasi.

1. Pendahuluan

Industri pertambangan dan pengolahan mineral merupakan sektor utama dalam kegiatan perekonomian Indonesia. Aktivitas pertambangan oleh manusia umumnya menggunakan lahan yang luas sehingga berpengaruh destruktif terhadap lahan, tanaman, dan hewan. Dampak negatif dari hilangnya vegetasi akibat kegiatan penambangan antara lain yaitu meningkatnya erosi, hilangnya keanekaragaman hayati, merusak habitat satwa liar, dan degradasi areal penyimpanan air (Setiadi, 1995; Setiadi & Setiawan, 2011). Kegiatan penambangan timah juga menyebabkan perubahan komponen iklim mikro seperti suhu, air, kelembaban tanah dan aerasi tanah serta kandungan hara tanah. Selain itu juga menurunkan kesuburan tanah, mengurangi areal hutan, berkurangnya ketersediaan hasil hutan dan hilangnya vegetasi (Novera, 2008).

Untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi dan agar lahan pasca tambang timah dapat dimanfaatkan lagi maka perlu dilakukan kegiatan revegetasi. Revegetasi merupakan suatu cara untuk mempercepat proses rehabilitasi pada lahan bekas tambang yang memiliki



sifat fisik dan kimia tanah yang tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Namun berdasarkan fakta dilapangan kegiatan revegetasi tersebut tidaklah mudah untuk dilakukan. Hal ini disebabkan kondisi lahan pasca tambang yang tidak memungkinkan untuk ditumbuhi tanaman karena kurangnya kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga bibit tanaman yang ditanam banyak yang mati. Selain itu kandungan berbagai bahan pencemar tanah seperti logam berat pada lahan pasca tambang juga menjadi penghambat pertumbuhan tanaman (Suharno & Sancayaningsih, 2013). Logam berat dalam jumlah kecil dimanfaatkan oleh tumbuhan, namun dalam jumlah tinggi akan menghambat pertumbuhan. Pada lahan reklamasi pasca penambangan timah ini kegiatan revegetasi memanfaatkan beberapa tanaman yang umumnya dapat digunakan untuk kegiatan revegetasi pada lahan pasca tambang. Adapun tanaman yang dimanfaatkan tersebut diantaranya adalah Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb). Miq.), Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen), dan Akasia (*Acacia crassicarpa*).

Kegiatan revegetasi yang memanfaatkan tanaman saja dirasa kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan usaha-usaha dengan memanfaatkan teknologi agar dapat menunjang kegiatan revegetasi tersebut. Sejumlah aplikasi teknologi telah dicobakan untuk memperbaiki kondisi lahan pasca tambang dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, seperti pemberian bahan organik, pupuk kimiawi, mulsa, rhizobium, mikoriza dan asam humat (Pusat Penelitian Bioteknologi Hutan dan Lingkungan IPB, 2002; Inonu, 2008). Pada lahan pasca tambang yang tercemar logam berat kegiatan revegetasi lebih efektif dengan mengaplikasikan peran mikroorganisme diantaranya fungi mikoriza arbuskula.

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) sebagai mikroorganisme tanah menjadi kunci dalam memfasilitasi penyerapan unsur hara oleh tanaman (Suharno & Sufati, 2009; Suharno & Sancayaningsih, 2013). Mikoriza merupakan bentuk simbiosis mutualisme antara fungi dan sistem perakaran tumbuhan. Peran mikoriza adalah membantu penyerapan unsur hara tanaman, peningkatan pertumbuhan dan hasil produk tanaman. Sebaliknya, fungi memperoleh energi hasil asimilasi dari tumbuhan. Walaupun simbiosis FMA dengan tanaman pada lahan subur tidak banyak berpengaruh positif, namun pada kondisi ekstrim mampu meningkatkan sebagian besar pertumbuhan tanaman (Harley & Smith, 1983). Mikoriza mampu membantu mempertahankan stabilitas pertumbuhan tanaman pada kondisi tercemar.

Penelitian terhadap simbiosis FMA pada tanaman yang sama dengan tanaman yang dimanfaatkan sebagai tanaman revegetasi di lahan reklamasi tambang timah telah banyak dilakukan. Menurut Rengganis (2013), ditemukan terdapat empat genus FMA yang ditemukan di sekitar perakaran pohon jabon alami yaitu: *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* dan *Scutellospora*. Khoirunnisa (2015), dalam penelitiannya pada lahan gambut ditemukan 5 genus FMA yang berasosiasi dengan sengon yaitu *Acaulospora*, *Diversipora*, *Glomus*, *Scutellospora* dan *Septoglomus*. Penelitian juga dilakukan oleh Yama, dkk. (2014) menyatakan bahwa pada tegakan akasia di lahan gambut ditemukan 6 jenis spora dari 2 genus, yaitu genus *Glomus* dan *Gigaspora*.

Semua genus fungi mikoriza arbuskula tidak mempunyai sifat morfologi yang sama sehingga perlu diketahui identitasnya agar dapat mengetahui keberadaan dan keberagaman mikoriza arbuskula. Di setiap lahan pasca tambang memiliki kondisi yang berbeda-beda,



sehingga genus-genus fungi mikoriza arbuskula yang ditemukan juga akan berbeda pula. Hal ini berkaitan dengan kemampuan FMA untuk berkembang pada kondisi lingkungan dan kemampuan fungi dalam membentuk simbiosis dengan berbagai jenis tumbuhan di sekitarnya (Suharno, dkk., 2014). Penggalan informasi ini perlu dilakukan untuk menemukan FMA yang paling toleran terhadap kondisi lahan reklamasi pasca penambangan timah di Pulau Bangka sehingga dapat dimanfaatkan dalam proses rehabilitasi, serta dapat dijadikan acuan oleh pihak-pihak yang bertanggung jawab dalam merehabilitasi lahan pasca penambangan timah, maupun di lahan pasca tambang lainnya yang memiliki karakteristik lahan yang sama.

Hasil penelitian ini berupa informasi dan data yang dapat dimanfaatkan untuk memperkaya khasanah guru pada pembelajaran biologi kelas X pada Kompetensi Dasar 3.7 Mengelompokkan jamur berdasarkan ciri-ciri, cara reproduksi, dan mengaitkan peranannya dalam kehidupan khususnya pada materi mengaitkan peranan jamur dalam kehidupan. Materi pelajaran yang dilengkapi dengan wacana hasil penelitian ini dapat memperluas pengetahuan siswa tentang berbagai macam jamur dan peranannya dalam kehidupan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, “Apa saja genus FMA yang terdapat pada lahan reklamasi pasca penambangan timah di Pulau Bangka?”, serta “Bagaimana persentase infeksi FMA pada perakaran tanaman yang terdapat pada lahan reklamasi pasca penambangan timah di Pulau Bangka?”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui genus FMA yang terdapat pada lahan reklamasi pasca penambangan timah di Pulau Bangka, dan untuk mengetahui persentase infeksi FMA terhadap perakaran tanaman yang terdapat pada lahan reklamasi pasca penambangan timah di Pulau Bangka.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang memberikan gambaran atau penjelasan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungannya dengan keberadaan dan jenis FMA yang ditemukan di rizosfer tanaman yang dijadikan sampel (Nazir, 2005). Pada penelitian ini peneliti akan menjelaskan genus FMA yang ditemukan pada lahan reklamasi pasca penambangan timah, persentase infeksi FMA terhadap perakaran tanaman, dan perbedaan genus FMA yang ditemukan di lahan reklamasi pasca penambangan timah dengan genus FMA di lahan lainnya. Kegiatan penelitian dibagi menjadi dua bagian, yaitu kegiatan di lapangan meliputi pengambilan sampel akar tanaman dan tanah di areal reklamasi, dan kegiatan di laboratorium meliputi pewarnaan akar, pengamatan akar, analisis tanah, isolasi spora dan identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA).

2.2 Teknik pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada lahan reklamasi pasca penambangan timah dengan menggunakan metode gabungan (*composite sampling*). Tanaman revegetasi yang dijadikan sampel adalah Akasia (*Acacia crassicarpa*), Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.), dan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Pengambilan sampel tanah diperlukan untuk melakukan isolasi spora dan identifikasi FMA yang bersimbion dengan tanaman sampel. Untuk sampel tanah diambil dari empat arah mata angin dari



setiap tanaman, berada disekitar ujung akar pada kedalam 10-20 cm. Tanah sampel dari keempat arah digabung menjadi satu sehingga tercampur rata. Tanah sampel yang diambil dari setiap tanaman secara komposit sekitar 200 gr.

Pengambilan sampel akar diperlukan untuk melakukan pengamatan persentase infeksi FMA terhadap akar tanaman sampel. Pada saat pengambilan contoh akar, diambil akar serabut dari masing-masing tanaman. Sampel akar dipotong dari pangkal akar serabut hingga ujung akar, dan sampel akar diambil dari dua pohon tiap tanaman sampel.

2.3 Ekstraksi dan identifikasi spora

Ekstraksi spora dilakukan agar spora terpisah dari sampel tanah sehingga identifikasi spora FMA dan jumlahnya dapat diketahui. Teknik tuang saring basah (Pacioni, 1992; Setiadi & Setiawan, 2011) adalah teknik yang digunakan untuk mengekstraksi spora. Sampel tanah sebanyak 50 gram dicampurkan dengan 400-500 ml air dan diaduk, selanjutnya disaring dalam satu set saringan dengan ukuran 40, 120, 300, dan 400 mesh, secara berurutan dari atas ke bawah. Hasil saringan dipindahkan dalam tabung sentrifuse dan di sentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 5 menit. Cairan supernatan yang dihasilkan dituang dan disaring dalam saringan yang berukuran 400 mesh, lalu dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan gulanya. Setelah dicuci, spora yang ada dipindahkan ke dalam cawan petri dan dihitung jumlahnya atau diidentifikasi. Identifikasi menggunakan metode Schenk dan Perez (1990), spora diidentifikasi dengan pengamatan morfologi spora dan preparat slide spora yang diwarnai dengan pewarnaan *melzer's reagent*. Berdasarkan keberadaan struktur spora yang ditemukan, FMA ditentukan genusnya.

2.4 Pewarnaan dan pengamatan akar

Untuk dapat melihat infeksi akar, perlu dilakukan pewarnaan akar dengan larutan staining *Trypan Blue* (Phillips & Hyman, 1970), tahapan pewarnaan tersebut ialah:

1. Sampel akar tanaman dari kegiatan sampling dipotong dengan ukuran 10 cm sebanyak 10 potong.
2. Potongan akar yang akan diamati dicuci dengan air mengalir hingga kotoran dan tanah yang menempel hilang.
3. Akar direndam dalam larutan KOH 10% selama \pm 24 jam atau sampai akar terlihat berwarna putih atau kuning bening.
4. Larutan KOH kemudian dibuang dan akar dibilas dengan air mengalir hingga bersih.
5. Akar direndam dalam larutan HCl 2% selama \pm 24 jam. Hal ini dilakukan agar proses pewarnaan yang akan dilakukan dapat terjadi dengan sempurna (berwarna biru).
6. Larutan HCL kemudian dibuang dan akar dibilas dengan aquades hingga bersih.
7. Pindahkan akar ke dalam larutan staining *Trypan Blue* 0,05% direndam selama \pm 24 jam sampai akar berwarna biru.

Setelah pewarnaan selesai, maka contoh akar dapat diamati. Untuk pengamatan akar, dilakukan dengan memotong akar yang telah diwarnai sepanjang 1 cm, kemudian akar ditata di atas preparat dan ditutup dengan *cover glass*, jumlah akar tiap preparat sebanyak 5 potong. Untuk setiap tanaman sampel dibuat sebanyak 4 preparat. Setelah



preparat siap, kemudian langsung diamati di bawah mikroskop. Diberikan tanda (+) pada akar yang menunjukkan tanda-tanda infeksi oleh FMA dan tanda (-) pada akar yang tidak menunjukkan infeksi FMA. Infeksi akar dapat dilihat melalui adanya vesikula, arbuskula maupun hifa yang menginfeksi akar.

2.5 Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan menyajikan data dalam bentuk tabel hasil identifikasi tipe-tipe fungi mikoriza arbuskula. Data dideskripsikan berdasarkan pengamatan ciri morfologi spora fungi mikoriza arbuskula, dimulai dari bentuk dan warna spora. Perhitungan kerapatan spora (Koske, 1987), serta perhitungan persentase infeksi FMA terhadap akar tanaman (Giovannety & Mosse, 1980) dihitung dengan rumus:

$$1. \text{ Kerapatan Spora} = \frac{\sum \text{spora genus A}}{\text{berat tanah}}$$

$$2. \text{ Akar terinfeksi (\%)} = \frac{\sum \text{contoh akar terinfeksi}}{\sum \text{contoh seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Genus FMA dan kerapatannya

Berdasarkan hasil identifikasi spora dari tiga tanaman sampel yang digunakan sebagai tanaman revegetasi yaitu Akasia (*Acacia crassicarpa*), Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb). Miq.), dan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen), ditemukan sebanyak 5 genus FMA yang telah teridentifikasi dan 1 genus yang tidak teridentifikasi. Adapun kelima FMA tersebut yaitu *Acaulospora*, *Diversispora*, *Gigaspora*, *Glomus*, dan *Scutellospora*. Jumlah spora FMA tiap 50 gr tanah sampel dari tiga tanaman yang diamati dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama genus FMA dan kerapatannya ($\sum \text{spora} / 50 \text{ gr tanah}$) pada masing-masing tanaman sampel

No.	Nama Genus	Jenis Tanaman			Jumlah
		Akasia	Jabon	Sengon	
1.	<i>Acaulospora</i>	4	1	2	7
2.	<i>Diversispora</i>	2	-	-	2
3.	<i>Gigaspora</i>	-	3	-	3
4.	<i>Glomus</i>	26	29	15	70
5.	<i>Scutellospora</i>	3	1	1	5
6.	<i>Unidentified</i>	2	1	-	3
Total		37	35	18	90

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa spora FMA paling banyak ditemukan pada tanaman Akasia, dan selanjutnya pada tanaman Jabon dan Sengon. Pada tanaman Akasia dan Jabon ditemukan sebanyak 5 genus FMA, sedangkan pada tanaman sengon hanya ditemukan 3 genus FMA saja. Dari keenam genus yang ditemukan, *Glomus* merupakan genus yang paling banyak jumlah spora yang ditemukan. *Glomus* juga ditemukan pada seluruh tanaman sampel. Selain *Glomus* terdapat 2 genus lain yang ditemukan pada seluruh tanaman sampel yaitu, *Acaulospora* dan *Scutellospora*. Selain itu juga terdapat

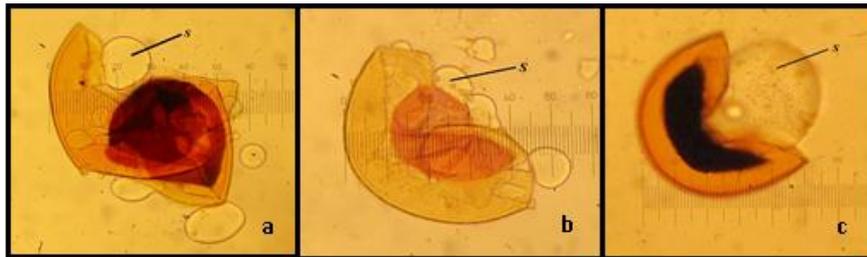


genus yang hanya ditemukan pada salah satu tanaman saja. *Diversispora* hanya ditemukan pada tanaman akasia, dan *Gigaspora* hanya ditemukan pada tanaman jabon.

3.2 Deskripsi genus FMA

a. Acaulospora

Acaulospora merupakan genus mikoriza yang termasuk dalam famili Acaulosporaceae. Spora genus ini memiliki ukuran berkisar 92-137,5 μm . Sporanya berwarna hyaline, kuning, merah kekuningan, dan kecokelatan. Dinding sporanya terdiri dari dua lapisan. Spora memiliki *saccule* (S) yang merupakan sisa hifa yang membengkak. Genus ini memiliki ciri khas yaitu lapisan dalam spora berubah menjadi lebih pekat dibandingkan dengan lapisan luar ketika diwarnai larutan melzer's (Schenk dan Perez, 1990). Spora genus ini memiliki bentuk globose dan subglobose. Pada tanaman jabon spora yang ditemukan berbentuk subglobose (Gambar 1.b), sedangkan pada tanaman sengon berbentuk globose (Gambar 1.c), dan pada tanaman akasia bentuk spora yang ditemukan tidak dapat dengan jelas digolongkan kedalam kedua bentuk tersebut, namun berdasarkan pengamatan bentuk spora lebih cenderung ke bentuk subglobose (Gambar 1.a)



Gambar 1. Bentuk Spora Acaulospora (400x) hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent* ; (a). Akasia, (b). Jabon, (c). Sengon

b. Diversispora

Diversispora merupakan genus mikoriza yang termasuk dalam famili Diversisporaceae. Spora genus ini memiliki bentuk globose, dengan ukuran berkisar 107,5-127,5 μm . Sporanya berwarna hyaline dan kuning. Dinding spora terdiri dari satu atau lebih lapisan yang tidak bereaksi dengan *melzer's reagent*. Setelah perkembangannya, tangkai hifa tumbuh menjadi bagian spora sehingga spora memiliki *subtending hyphae*. Spora yang ditemukan dari tanaman sampel memiliki dua lapisan dinding spora, namun tidak ditemukan *subtending hyphae* (Gambar 2).

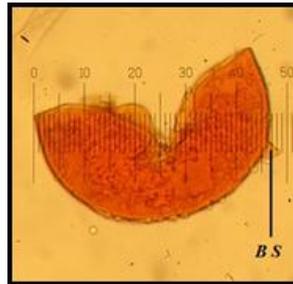


Gambar 2. Bentuk Spora *Diversispora* (400x) hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent*



c. Gigaspora

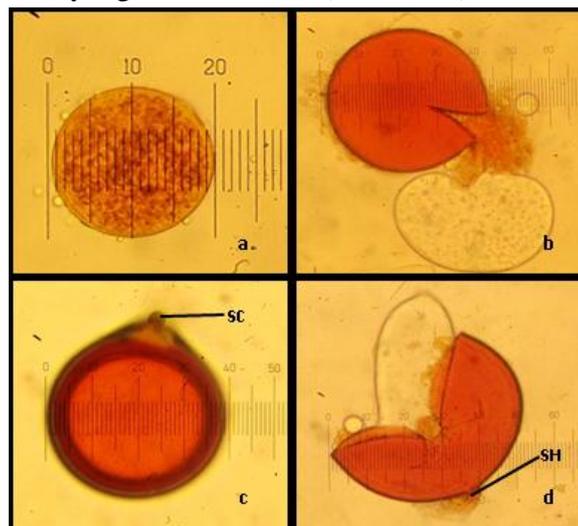
Gigaspora adalah genus mikoriza yang termasuk dalam famili Gigasporaceae. Spora genus ini memiliki bentuk globose, dengan ukuran berkisar 117,5 - 147,5 μm dan warna spora kuning kecoklatan. Selain itu, hanya memiliki satu lapisan dinding spora yaitu lapisan dinding luar saja sedangkan lapisan dalamnya tidak ada. Spora Gigaspora memiliki ciri khas yaitu terdapat *Bulbous Suspensor* (BS) yang tidak ditemukan pada genus lain (Gambar 3).



Gambar 3. Bentuk Spora Gigaspora (400x) hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent*

d. Glomus

Glomus adalah genus mikoriza yang termasuk dalam famili Glomaceae. Spora genus ini memiliki bentuk globose dan subglobose, dengan ukuran berkisar 15 - 167,5 μm . Sporanya berwarna hyaline, kuning, merah kecoklatan, coklat, dan hitam. Dinding spora terdiri dari satu lapisan atau lebih lapisan yang sederhana dan terlihat jelas batasannya. Spora Glomus memiliki ciri khas yaitu memiliki *sporogenous cell* (SC) dan dinding spora yang tidak bereaksi dengan *melzer's reagent*. Genus ini memiliki variasi spesies paling banyak dibandingkan genus lainnya (INVAM, 2013). Dari hasil pengamatan ditemukan beberapa jenis Glomus dengan karakteristik yang berbeda-beda (Gambar 4).

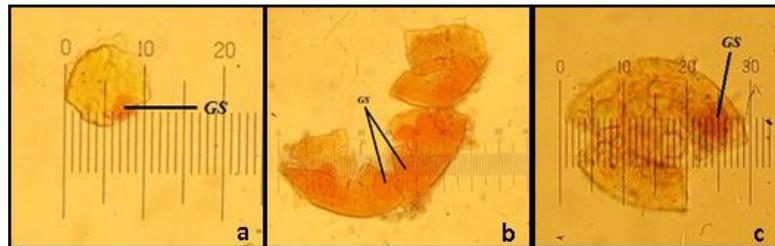


Gambar 4. Bentuk Spora *Glomus* (400x) hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent* ; (a). Permukaan spora kasar, (b). Permukaan spora halus, (c). Terdapat *Sporogenous cell* (SC), (d). Terdapat *Subtending hyphae* (SH).



e. Scutellospora

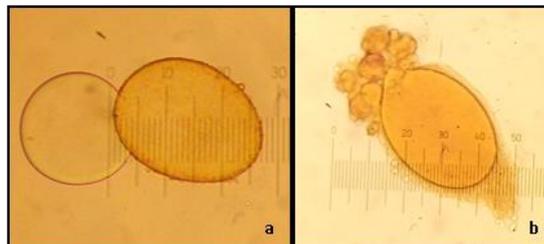
Spora genus ini memiliki bentuk globose dan subglobose, dengan ukuran berkisar 72,5 - 170 μm . Sporaanya berwarna hyaline, kuning, dan coklat. Dinding spora terdiri dari satu lapisan atau lebih lapisan. Spora Scutellospora memiliki ciri khas yaitu memiliki *germinal shield* (GS) yang merupakan karakter yang membedakannya dengan genus Gigaspora (INVAM, 2013). Ciri khas dari genus Scutellospora dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Spora *Scutellospora* pada perbesaran; (a). 100x, (b) & (c). 400x, hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent*

f. Tidak teridentifikasi (*Unidentified*)

Selain spora-spora yang telah teridentifikasi berdasarkan karakter yang terlihat ditemukan juga beberapa spora yang tidak teridentifikasi. Spora memiliki ukuran 67,5 – 87,5 μm , dengan warna hyaline dan kuning dan spora berbentuk subglobose. Spora ini ditemukan pada tanaman akasia dan tanaman jabon (Gambar 6).



Gambar 6. Bentuk Spora *Unidentified* pada perbesaran (400x) hasil pewarnaan dengan *melzer's reagent* ; (a). Jabon, (b). Akasia.

3.3 Analisis uji sifat tanah lokasi penelitian

Dalam penelitian ini juga dilakukan analisis tanah. Hasil analisa tanah terhadap beberapa sifat kimia dan fisika tanah dari lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji sifat kimia dan fisika tanah lokasi penelitian

Sifat	Parameter Uji	Satuan	Hasil
Kimia Tanah Sampel	pH H ₂ O (1:1)		4,78
	N-total	g/kg	0,45
	P-tersedia (Bray I)	mg/kg	47,40
Fisika Tanah Sampel	Fraksi Tekstur	Pasir	%
		Debu	%
		Liat	%
	Kadar Air	%	0,09



3.4 Perkembangan FMA pada lahan reklamasi pasca penambangan timah

Pada penelitian ini dari tanaman Akasia ditemukan sebanyak 4 genus FMA. Hasil ini lebih banyak bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yama, dkk (2014) pada tanaman Akasia di lahan gambut yang hanya ditemukan sebanyak 2 genus. Pada tanaman Jabon juga ditemukan sebanyak 4 genus. Jumlah ini sama banyak dengan penelitian Rengganis (2013) di sekitar perakaran pohon jabon alami yang ditemukan sebanyak 4 genus. Selain itu, pada tanaman Sengon hanya ditemukan 3 genus FMA lebih sedikit dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Khoirunnisa (2015) yang menemukan 5 genus FMA yang berasosiasi dengan Sengon di lahan gambut. Dengan demikian perbedaan lahan penelitian diduga mempengaruhi jumlah genus yang ditemukan. Perbedaan jumlah genus yang ditemukan ini disebabkan oleh adanya perbedaan lokasi penelitian, jenis tanah dan faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Menurut Reich dan Barnard (1984) bahwa faktor yang mempengaruhi jumlah dan keragaman spora antara lain kesuburan tanah, jenis tanah, kandungan hara organik seperti N dan P, pH tanah dan mikroorganisme tanah. Brundrett, dkk. (1996) melaporkan jenis tanah tanaman inang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keefektifan FMA dalam mengkoloni akar.

Pada tanaman Akasia dari lokasi penelitian genus FMA yang ditemukan lebih banyak dibandingkan tanaman Akasia di lahan gambut. Apabila ditinjau dari jenis tanah, tekstur tanah dari lokasi penelitian lebih memungkinkan untuk perkembangan spora FMA dibandingkan lahan gambut. Hal ini disebabkan pada lahan gambut jenis tanah bertekstur lempung, pada keadaan basah tanah ini lunak karena kadar air yang diserap cukup tinggi atau bahkan sampai jenuh air (Khoirunnisa, 2015). Jenis tanah lempung liat diketahui memiliki aerasi yang buruk terutama saat terjadi hujan karena akan menyebabkan tanah kekurangan oksigen (Setiadi & Setiawan, 2011). FMA bersifat sangat aerobik sehingga aerasi sangat berhubungan dengan perkembangan spora. Sedangkan tanah pada lokasi penelitian bertekstur berpasir, yang mana memiliki karakteristik kasar dan terdapat pori-pori yang besar sehingga pertukaran udara dapat berjalan dengan lancar. Hal ini menyebabkan pada tanah sampel memiliki oksigen yang cukup untuk perkembangan spora FMA. Namun kondisi ini tidak berlaku pada tanaman Sengon. Pada tanaman sengon dari lokasi penelitian genus FMA yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan pada tanaman sengon di lahan gambut. Hal ini diduga selain jenis tanah faktor yang mempengaruhi kehadiran FMA adalah jenis tanaman inang. Menurut Bowen, 1987 (Ervayenri, dkk. 2011) FMA dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik, akan tetapi tingkat populasi dan komposisi jenisnya sangat beragam dan dipengaruhi oleh jenis tumbuhan dan sejumlah faktor lingkungan.

Kondisi lain yang mempengaruhi keberadaan spora FMA dan jumlah genus adalah pH tanah. Tanah sampel penelitian memiliki pH 4,78 yang berarti tanah bersifat asam. Menurut Suttedjo dan Kartasapoetra (2005) yang menyebutkan bahwa tanah dengan kondisi asam atau pH dibawah 6,0 memiliki ketersediaan unsur P yang kurang. Perbedaan jumlah spora yang ditemukan juga dipengaruhi oleh kandungan unsur P pada tanah sampel. Berdasarkan hasil analisis sifat kimia tanah (Tabel 2) menunjukkan kandungan P



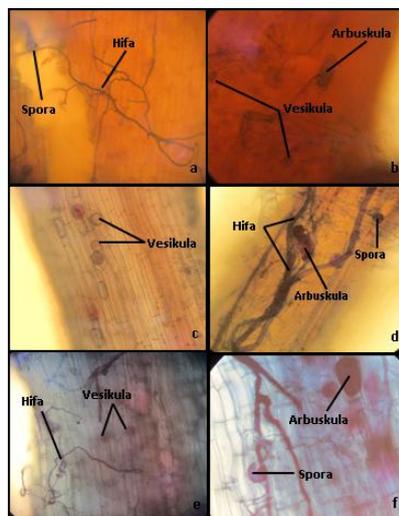
tanah sampel sebesar 47,40 mg/kg. Menurut Indeks PBI (Moody, 2007) kandungan P pada tanah sampel termasuk kedalam kategori sangat rendah. Kondisi lahan tailing yang berpasir biasanya memiliki kandungan unsur hara yang rendah, suhu permukaan tinggi, dan terkandung bahan pencemar (Suharno, dkk., 2014). Semakin rendah kandungan P pada tanah maka semakin baik perkembangan FMA pada lahan tersebut. Menurut Hepper, 1983 (Setiadi & Setiawan, 2011) bahwa perkecambahan spora akan berkurang dengan meningkatnya konsentrasi P, sehingga makin kecil konsentrasi P maka FMA akan berkembang lebih baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genus *Glomus* memiliki kerapatan tertinggi dan ditemukan pada seluruh tanaman sampel di lokasi penelitian. Menurut INVAM (2013) juga menyatakan bahwa genus *Glomus* memiliki jenis yang paling banyak dan frekuensi kehadiran yang tinggi dibandingkan genus lainnya. Selain itu hal ini juga didukung pernyataan dari Mosse (1981) yang menyebutkan bahwa penyebaran *Glomus* adalah yang paling luas dibanding semua marga.

Informasi ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Santri, dkk (2011) pada tanaman tembesu yang menunjukkan bahwa genus *Glomus* memiliki kerapatan tertinggi dibandingkan genus lainnya. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Suamba, dkk (2011) pada tanaman jeruk dan Arman, dkk (2015) pada tanaman kelapa sawit memperoleh hasil yang sama, genus *Glomus* juga ditemukan memiliki tingkat kerapatan tertinggi. Selain itu, dari hasil penelitian yang dilakukan di lahan tambang lain seperti tambang batu gamping/kapur (Rios, dkk. 2013), tambang nikel (Setiadi dan Setiawan, 2011) dan tambang emas (Suharno, dkk. 2014) menunjukkan bahwa genus *Glomus* ditemukan disemua lahan bekas tambang. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Glomus* lebih adaptif terhadap lahan tambang dibandingkan dengan genus lainnya.

3.5 Struktur kolonisasi FMA pada perakaran

Struktur koloni FMA yang ditemukan pada akar tanaman sampel di lahan pasca penambangan timah dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur koloni FMA pada akar tanaman revegetasi (400x) pewarnaan dengan *Trypan Blue*; Akasia (a,b), Jabon (c,d), Sengon (e,f)



Apakah terjadi asosiasi antara fungi mikoriza arbuskula (FMA) dengan perakaran tanaman dapat diketahui berdasarkan ada atau tidak ada infeksi pada akar tersebut. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa pada akar tanaman sampel ditemukan struktur FMA yaitu arbuskula, hifa, spora dan vesikula. Dengan demikian ketiga tanaman sampel telah terinfeksi oleh FMA, yang menunjukkan telah terjadi asosiasi antara FMA terhadap tanaman revegetasi di lahan pasca tambang timah.

3.6 Persentase infeksi FMA

Berdasarkan hasil pengamatan akar tanaman yang telah diwarnai dengan larutan Trypan Blue 0,05% menurut metode Phillips dan Hyman (1970), persentase rata-rata infeksi pada setiap tanaman sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. persentase infeksi FMA pada akar tanaman sampel

Jenis Tanaman	Nama Ilmiah	Σ Akar	V	A	HI	HE	S	% Infeksi
Akasia	<i>Acacia crassicarpa</i>	20	5	2	12	1	3	72,5
Jabon	<i>Anthocephalus cadamba (Roxb). Miq.</i>	20	3	2	11	3	3	52,5
Sengon	<i>Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen</i>	20	7	3	12	3	2	60

Keterangan: V= vesikula, A= arbuskula, HI= hifa internal, HE= hifa eksternal, dan S= spora interseuler.

> 75% : tingkat infeksi tinggi

51-74% : tingkat infeksi sedang

< 50% : tingkat infeksi rendah (Setiadi dan Setiawan, 2011)

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada semua akar tanaman sampel ditemukan semua struktur FMA. Hal ini menunjukkan bahwa pada semua perakaran tanaman sampel telah terinfeksi FMA dengan persentase yang berbeda-beda. Infeksi tertinggi terdapat pada tanaman Akasia (*Acacia crassicarpa*), diikuti tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen*), dan terakhir tanaman Jabon (*Anthocephalus cadamba (Roxb). Miq.*). Struktur FMA yang paling banyak ditemukan adalah *hifa internal* (HI). Bila dilihat dari persentase infeksi ketiga tanaman sampel termasuk kedalam kategori sedang.

Menurut Brundrett, dkk. (1996) mikoriza adalah suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik antara fungi dengan akar tanaman, kedua simbion sama-sama mendapat keuntungan. FMA termasuk simbion obligat, yang maksudnya adalah FMA dapat bekerja setelah menginfeksi tumbuhan inang. Berdasarkan hasil pengamatan struktur koloni FMA terhadap perakaran (Gambar 7) menunjukkan bahwa seluruh tanaman sampel telah terinfeksi oleh FMA. Hasil perhitungan persentase infeksi diperoleh tanaman yang memiliki tingkat infeksi tertinggi adalah tanaman akasia yaitu sebesar 72,5%. Sedangkan tanaman yang memiliki tingkat infeksi terendah adalah tanaman jabon yaitu sebesar 52,5%. Setiap jenis tanaman memiliki respon berbeda-beda terhadap FMA sesuai dengan karakteristiknya. Perbedaan persentase infeksi diduga dipengaruhi oleh spesies tanaman dan kepekaannya terhadap mikoriza. Menurut Moose, 1981 (Novera, 2008) kolonisasi FMA dipengaruhi oleh kepekaan inang, iklim, dan jenis tanah. Selain itu persentase



infeksi yang berbeda-beda disebabkan oleh perbedaan faktor yang mempengaruhi infeksi FMA terhadap tanaman, antara lain yaitu kebergantungan tanaman terhadap mikoriza, efektivitas isolat, maupun kondisi nutrisi terutama unsur P (Setiadi, 1995; Setiadi & Setiawan, 2011)

Berdasarkan data hasil penelitian ini diperoleh bahwa persentase infeksi akar tidak berbanding lurus dengan kerapatan spora. Persentase infeksi akar yang tinggi tidak selalu menunjukkan kerapatan spora yang tinggi juga. Hal ini diduga infeksi akar belum mencapai tahap untuk berspora. Menurut Tuheteru (2003) bahwa antara infeksi akar dan jumlah spora yang dihasilkan tidak memiliki korelasi yang erat, sehingga spora yang banyak belum tentu persentase infeksi akar akan tinggi juga.

Hasil penelitian ini juga telah memberikan gambaran tentang macam-macam genus FMA yang ditemukan pada lahan pasca penambangan timah serta persentase infeksi FMA terhadap perakaran tanaman revegetasi. Genus FMA yang paling mendominasi adalah genus *Glomus*. FMA yang ditemukan di seluruh tanaman revegetasi yang dijadikan sampel adalah *Glomus*, *Acaulospora*, dan *Scutellospora*. Tanaman yang memiliki persentase infeksi tertinggi adalah tanaman akasia.

4. Simpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat 5 genus FMA yang ditemukan pada lahan reklamasi pasca penambangan timah, yaitu *Acaulospora*, *Diversispora*, *Gigaspora*, *Glomus*, dan *Scutellospora*. Genus yang paling mendominasi di lahan reklamasi pasca penambangan timah ini adalah *Glomus*.

Persentase infeksi FMA pada perakaran tanaman yang terdapat di lahan reklamasi pasca penambangan timah termasuk dalam kategori sedang. Infeksi tertinggi diperoleh tanaman akasia dengan persentase sebesar 72,5%. Jumlah spora, macam genus, dan persentase infeksi dipengaruhi oleh jenis tanah, kadar pH, kandungan unsur hara, kandungan air, dan jenis tanaman inang.

DAFTAR RUJUKAN

- Arman, R.A., Fikrinda, Muyassir, Anhar, A., Mardatin, N.F., dan Arabia, T. (2015). Status Fungi Mikoriza Arbuskula pada Berbagai Sistem Pengelolaan dan Umur Tanaman Kelapa Sawit. *J. Floratek*, 10(2):12-18
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. dan Malajczuk, N. (1996). *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Canberra: ACIAR.
- Ervayenri, Hadi, S., Setiadi, Y., Ms. Saeni, Budi, S.W. (2011) Keanekaragaman Jenis Fungi Mikoriza Arbuskula di lahan Tambang Minyak Bumi. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.
- Giovannetti, M., dan Mosse, B. (1980). An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular-Arbuscular Infection in Roots. *New Phytol.* 84: 489-500.
- Harley, J. L. dan Smith, M. S. (1983). *Mycorrhizal Symbiosis*. New York: Academic Press.
- Inonu, I. (2008). Pengelolaan Lahan Tailing Timah di Pulau Bangka: Penelitian yang Telah Dilakukan dan Prospek ke Depan. *ENVIAGRO*, Vol 2, No 2.



- INVAM. (2013). *International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi*. <http://invam.wvu.edu/the-fungi/classification>. Diakses pada tanggal 04 September 2016.
- Khorunnisa, F.F. (2015). Status Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Indigenus pada Rizosfer Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J. W. Grimes) dan Sumbangannya Pada Pembelajaran Biologi SMA. *Skripsi*. Indralaya: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, UNSRI.
- Moody, P. W. (2007). Interpretation of a single-point P buffering index for adjusting critical levels of the Colwell soil P test. *Australian Journal of Soil Research*, 45: 55–62.
- Nazir, M. (2005). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Graha Indonesia.
- Novera, Y. (2008). Analisis vegetasi, karakteristik tanah dan Kolonisasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada lahan bekas tambang timah Di pulau Bangka. *Thesis*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Phillips J.M., dan Hyman D.S. (1970). Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- Rengganis, D. (2013). Studi Keanekaragaman Genus Fungi Mikoriza Arbuskula di Sekitar Perakaran Pohon Jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb Miq.) Alami. *Skripsi*. Bogor: Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Rios, Thais T., dkk. (2013). Arbuscular mycorrhizal fungi in a semi-arid, limestone mining-impacted area of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*. 27(2): 688-693.
- Santri, D. J., Dayat, E., Erwin. (2011). Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rizosfir Tembesu (*Fragraea fragrans* Roxb.) dari Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*. Bogor: SEAMEO BIOTROP.
- Schenk, N.C, dan Perez, Y. (1990). *Manual for Identification of VA Mycorrhizal Fungi*. Florida. University of Florida.
- Setiadi, Y., dan Setiawan, A. (2011). Studi Status Fungi Mikoriza Arbuskula di Areal Rehabilitasi Pasca Penambangan Nikel (Studi Kasus PT. INCO Tbk. Sorowako, Sulawesi Selatan). *Jurnal Silviculture Tropika*, 03(1): 88-95.
- Suamba, I.W., I.G.P. Wirawan, W. Adiartayasa. 2014. Isolasi dan Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) secara Mikroskopis pada Rhizosfer Tanaman Jeruk (*Citrus* sp.) di Desa Kerta, Kecamatan Payangan, Kabupaten Gianyar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, Vol. 3(4) ISSN: 2301-6515
- Suharno, dan Sancayaningsih, R.P. (2013). Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi Teknologi Mikorizoremediasi Logam Berat Dalam Rehabilitasi Lahan Tambang. *Jurnal Bioteknologi*, 10(1):31-42.
- Suharno, Sancayaningsih, R.P., Seotarto, E.S., dan Kasiamdari, R.S. (2014). Keberadaan Fungi Mikoriza Arbuskula di Kawasan Tailing Tambang Emas Timika Sebagai Upaya Rehabilitasi Lahan Ramah Lingkungan. *J. Manusia dan Lingkungan*, 21(3): 295-303.
- Sutedjo, Mul M. dan A. G. Kartasapoetra. (2005). *Pengantar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Tuheteru, F.D. (2003). Aplikasi Asam Humat Terhadap Sporulasi CMA Dari Bawah Tegakan Alami Sengon [*Skripsi*]. Bogor: Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Yama, D., Muin, A., dan Wulandari, R.S. (2014). Asosiasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) Pada Tegakan Akasia (*Acacia crassicarpa* A. Cunn.Ex Benth) Di Lahan Gambut PT. Kalimantan Subur Permai Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(1): 33-40.