Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 8 No 2: 349-357, 2021
e-ISSN:2549-9793, doi: 10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.6

EKSPLORASI MIKORIZA ARBUSKULA INDIGENOUS PADA RHIZOSFER VEGETASI LAHAN PASCATAMBANG BATUBARA

Exploration of Indigenous Arbuscular Mycorrhiza in Rhizosphere of Post-Coal Mine Land Vegetation

Muhammad Hadi Prayoga*, Budi Prasetya
Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 1, Malang 65145
*Penulis korespondensi: yogahadi45@gmail.com

Abstract

Different types of vegetation have the potential to affect a type of spore, the number of spores, and the level of colonization in the roots. This study aims to determine the diversity of genus and the number of arbuscular mycorrhizal spores as well as the level of colonization in the vegetation of Bull Grass (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), and Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) on post-coal mining land in Margomulyo Village, Kutai Kartanegara, Kalimantan. East. The research was conducted from February to October 2020. Sampling was carried out by purposive sampling based on the land cover area of the Bull grass, Kemunting, and Kirinyuh vegetation with four replications. Laboratory analysis was conducted in Biology Laboratory, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Brawijaya University and chemical analysis of soil at the Laboratory of Soil, Faculty of Agriculture, University of Muhammadiyah Malang. The results showed that the genus Glomus was found from each of these vegetations with the number of spores in the Bull grass, Kemunting, and Kirinyuh vegetation, respectively 196 spores, 122 spores, and 100 spores per 100 g of soil, and the level of colonization in these vegetations respectively 83.33%, 63.33%, and 51.50%.

***Keywords**: exploration, glomus, mycorrhiza, post-coal mining*

Pendahuluan

Pengelolaan lahan pasca tambang batubara sering kali diabaikan oleh pelaku penambangan seperti pada lahan pasca tambang batubara di Kelurahan Margomulyo, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Kondisi ini dapat menyebabkan permasalahan lingkungan diantaranya kekeringan, rendahnya ketersediaan hara, kemasaman tanah yang tinggi, akumulasi logam berat, erosi, terbentuknya air asam tambang (AAT), serta terjadi pemadatan tanah akibat kegiatan penambangan yang dilakukan secara intensif (Susilo *et al.,* 2010).

Revegetasi sebagai upaya perbaikan lahan dapat memanfaatkan jenis tanaman lokal seperti Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) yang ditemukan pada lahan tersebut. Jenis tanaman lokal ini dinilai lebih efektif karena memiliki kemampuan beradaptasi yang baik pada lokasi tersebut. Tumbuhan jenis lokal juga memiliki fungsi untuk pemulihan ekosistem mendekati kondisi asalnya, sehingga dapat menjaga kelestaraian ekosistem alami secara berkelanjutan (Setyowati *et al.,* 2017).

Pemanfaatan mikoriza dapat dimanfaatkan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman revegetasi. Pemanfaatan mikoriza dapat meningkatkan penyerapan akar, meningkatkan ketahanan tanaman baik dari patogen maupun kondisi ekstrem seperti kekeringan, pH rendah, dan unsur logam berat yang tinggi di dalam tanah (Saputri *et al.,* 2016). Mikoriza *Indigenous* dinilai lebih efektif untuk digunakan pada lahan pasca tambang batubara karena bersifat lebih adaptif. Namun, keberadaannya di dalam tanah

dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya vegetasi inang, kondisi lingkungan, dan iklim.

Penelitian terkait keberadaan mikoriza pada lahan pasca tambang batubara di Kelurahan Margomulyo, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) belum pernah dilakukan sehingga dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan mikoriza beserta tingkat kolonisasinya pada vegetasi rumput Banteng, Kemunting, dan Kirinyuh pada lahan pasca tambang batubara di lokasi tersebut.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga Oktober 2020. Pengambilan sampel dilakukan pada lahan pasca tambang batubara di Kelurahan Margomulyo, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur dan analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang serta analisis kimia tanah di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang.

Pengambilan sampel

Pengambilan ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan luasan tutupan lahan vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) dengan empat replikasi. Pengambilan Sampel tanah dan akar diambil secara bersamaan dari tiap *rhizosfer* vegetasi tersebut dengan kedalaman 0-20 cm. Sampel akar diperoleh dari rambut akar/akar muda tiap vegetasi.

Identifikasi dan perhitungan spora mikoriza

Identifikasi dan perhitungan spora mikoriza dilakukan menggunakan teknik pengayakan basah (Brundrett *et al.,* 1996). Sampel tanah sebanyak 100 g dicampur dengan air 800 ml kemudian disaring pada ayakan bertingkat (2 mm; 0,5 mm; dan 45 μm) secara berurutan. Larutan tanah yang tidak tersaring pada ayakan 45 μm dipindahkan pada tabung sentrifuge kemudian ditambahkan larutan gula 60% untuk memisahkan spora dan dilakukan sentrifugasi selama lima menit dengan kecepatan 2000 rpm. Supernatant kemudian diambil dan disaring pada ayakan 45 μm dengan dialiri air kemudian larutan yang tidak tersarig dipindahkan pada cawan petri yang sudah dilapisi kertas milimeter di bawahnya. Spora kemudian dihitung di bawah mikroskop menggunakan hand counter dan dinyatakan dalam total spora 100 g^{-1} tanah. Pengamatan karakteristik spora dilakukan dengan mengamati sampel spora pada kaca preparat di bawah mikroskop.

Pengukuran tingkat kolonisasi mikoriza pada akar

Tingkat kolonisasi pada akar dapat diketahui menggunakan metode pewarnaan akar (Nusantara *et al.,* 2012). Sampel akar dari tiap vegetasi dicuci bersih dan direndam pada larutan KOH 10% dengan suhu 80°C selama 2 jam hingga pucat. Selanjutnya akar di bilas dengan air hingga bersih untuk menghilangkan sisa larutan KOH dan dilanjutkan dengan perendaman menggunkan larutan HCl 2% dengan suhu 80°C selama 2 menit untuk memasamkan akar. Pemasaman akar ditujukan untuk memudahkan proses pewarnaan akar. Sampel akar kemudian ditiriskan dan dilakukan pewarnaan menggunakan larutan Trypan Blue 0,05% dalam lactogliserol pada suhu ruang dan didiamkan selama 24 jam. Akar kemudian dicuci menggunakan larutan pencuci lactogliserol (tanpa trypan blue). Akar kemudian disusun berjajar sejumlah lima potong akar pada kaca preparat dengan total 15 potong akar untuk dilakukan pengamatan di bawah mikroskop. Hasil pengamatan kemudian dilakukan perhitungan menggunakan rumus (Padri *et al.,* 2015).

$$\% \text{ Kolonisasi Akar} = \frac{\Sigma \text{ Bidang pandang bermikoriza}}{\Sigma \text{ Bidang pandang yang diamati}} x100\%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dibandingkan dengan kriteria kolonisasi mikoriza (Tabel 1).

Analisis dasar kimia tanah

Analisis dasar kimia tanah dilakukan untuk mengetahui nilai nilai pH (H_2O), P tersedia, dan C organik tanah lahan pasca tambang batubara. Analisis pH (H_2O) dilakukan dengan pelarut

(H_2O) dengan perbandingan 1 : 5 yang kemudian dilakukan pengukuran menggunakan pH meter. Analisis P tersedia dilakukan menggunkan metode *Bray-1* dan analisis C organik dilakukan menggunakan metode *Walkley and Black*.

Tabel 1. Kriteria kolonisasi mikoriza.

Persentase kolonisasi (%)	Kriteria
0 – 5	Sangat Rendah
6 – 25	Rendah
26 – 50	Sedang
51 – 75	Tinggi
76 – 100	Sangat tinggi

Sumber : Padri *et al.* (2015).

Analisis data

Data jumlah spora per 100 g tanah dan tingkat kolonisasi mikoriza pada akar dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji lanjut BNT dengan taraf 5%. Data keragaman genus spora serta hubungannya dengan sifat kimia lahan pasca tambang batubara dianalis secara deskriptif.

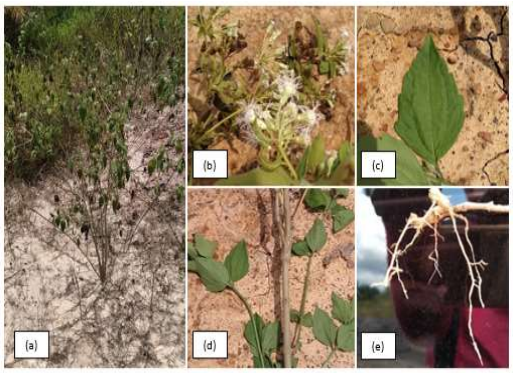
Hasil dan Pembahasan

Kondisi umum wilayah penelitian

Lokasi penelitian bertempat di salah satu lahan pasca tambang batubara di Kelurahan Margomulyo yang termasuk ke dalam Kecamatan Samboja dengan luas lahan mencapai 65,50 ha. Berdasarkan tipe iklim Schmidt dan Ferguson lokasi penelitian memiliki tipe iklim A dengan nilai Q = 10,8 % dan curah hujan berkisar 2000-2500 mm tahun^{-1} serta suhu udara berkisar antara 20–30°C yang dilakukan pengamatan selama 30 tahun (Mukhlisi dan Sidiyasa, 2011). Pengamatan vegetasi lokal lahan pasca tambang batubara ditemui jenis vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L). Karakteristik jenis vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg) memiliki ciri ciri batang agak pipih berwarna hijau, perakaran vegetasi serabut, daun pipih memanjang berbentuk pita dengan ujung meruncing, terdapat dua tangkai pada ujung batang yang menjadi ciri khusus sebagai tempat melekatnya biji (Gambar 1). Vegetasi ini mampu tumbuh pada lahan kritis dan dapat berpotensi sebagai bioremidiator yang baik karena mampu mengakumulasi logam Pb dan Cd tinggi tinggi (Cd, 45.53 mg·kg^{-1}; Pb, 51.93 mg·kg^{-1}) pada akar (Zhang *et al.,* 2020).

Gambar 1. Rumput Banteng (a) kenampakan pada lahan pasca tambang batubara; (b) tangkai tempat melekat biji; (c) daun; (d) batang; (e) akar.

Karakteristik jenis vegetasi Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) memiliki ciri berbatang bulat memanjang keatas dan memiliki bulu dipermukaannya, daun berbentuk segitiga dengan tepian daun bergerigi juga terdapat bulu halus di permukaanya, dan memiliki perakaran tunggang (Gambar 2).



Gambar 2. Kirinyuh (a) kenampakan pada lahan pasca tambang batubara; (b) bunga; (c) daun; (d) batang; (e) akar.

Vegetasi ini berpotensi dimanfaatkan sebagai tumbuhan revegetasi karena mampu hidup pada

lahan pasca tambang batubara dengan baik dan termasuk dalam jenis vegetasi yang sering dijumpai pada lahan pasca tambang batubara (Setiawan *et al.,* 2018).

Karakteristik jenis vegetasi Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa) memiliki* ciri perakaran tunggang yang bercabang, batang berkayu (*lignosus*) berbentuk bulat dengan permukaan batang tua dapat melepaskan kerak dan berwarna coklat, memiliki bentuk daun lonjong (*ellipticus*) dengan ujung daun tumpul, dan memiliki bunga berwarna merah muda keunguan dengan tonjolan dasar bunga berbentuk cawan yang menutupi tabung kelopak (Gambar 3). Vegetasi ini diketahui dapat hidup pada banyak tempat mulai dari permukaan laut hingga ketinggian 2700 m, selain itu juga dapat hidup pada lingkungan hutan, pinggir pantai, daerah padang rumput, serta lahan kritis seperti lahan pasca tambang batubara, bahkan tumbuhan ini mampu tumbuh dengan subur setelah terjadi kebakaran (Lim, 2012; Rizal *et al.*, 2020).

Gambar 3. Karamunting (a) kenampakan pada lahan pasca tambang batubara; (b) bunga; (c) daun; (d) batang; (e) akar.

Karakteristik sifat kimia tanah lahan pasca tambang batubara dilakukan pengukuran pada unsur P tersedia, C organik tanah, pH tanah. Pengukuran yang dilakukan menunjukkan bahwa kondisi kimia tanah lahan pasca tambang batubara memiliki nilai pH yang rendah sejumlah 3,30, jumlah P tersedia sejumlah 3,79 ppm, kandungan C organik tanah sejumlah 2,71% dan bahan organik tanah sejumlah 4,66% (Tabel 2).

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia anah oleh Balai Penelitian Tanah (2009) karakteristik kimia lahan pasca tambang batubara di Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur memiliki nilai pH yang tergolong sangat masam dan P tersedia yang tergolong sangat rendah. Nilai pH dapat mempengaruhi ketersediaan unsur P di dalam tanah. Unsur P dapat tersedia secara optimal pada pH 6,0 – 6,5 karena pH kurang dari 5 unsur P akan terikat dengan ion Al^{3+} dan Fe^{3+} sehingga bentukya tidak tersedia bagi tumbuhan di dalam tanah (Pambudi *et al,* 2017). Kandungan unsur C organik tanah berpengaruh terhadap bahan organik tanah. Menurut Mpapa (2016) C organik tanah tergolong sedang dengan kandungan bahan organik sebesar 4,66%.

Tabel 2. Hasil analisis kimia dasar tanah lahan pasca tambang batubara.

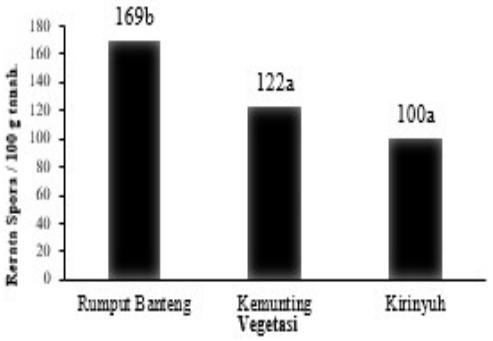
Sifat Kimia Tanah	Rerata Nilai
pH	3,30
P tersedia (ppm)	3,79
C organik (%)	2,71
Bahan Organik Tanah (%)	4,66

Jumlah spora mikoriza arbuskular

Keberadaan dan jumlah spora mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata dari vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) dengan jumlah rerata spora berturut-turut sejumlah 169 spora, 122 spora, dan 100 spora per 100 g tanah (Gambar 4).

Penelitian sebelumnya oleh Padri *et al.* (2015). menyebutkan bahwa jumlah spora mencapai 14-161 spora per 100 g dikategorikan tinggi, sehingga hasil yang didapatkan dari tiap vegetasi tersebut dapat dikategorikan tinggi. Keberadaan spora mikoriza di dalam tanah ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut diantaranya adalah vegetasi inang serta kondisi kimia tanah. Vegetasi inang merupakan salah satu faktor yang mempengeruhi keberadaan spora mikoriza melalui kemampuannya dalam pembentukan akar halus di dalam tanah. Akar halus pada perakaran tanaman mudah terkoloni oleh mikoriza. Bentuk perakaran serabut memiliki jumlah akar halus yang lebih tinggi dibandingkan bentuk

peraakaran tunggang. Masrikail *et al.* (2019). melaporkan bahwa dengan kedalaman mencapai 20 cm banyak terbentuk akar muda dari beberapa tanaman dengan menunjukkan tingkat kepadatan spora yang tinggi.



Gambar 4. Diagram rerata jumlah spora mikoriza pada tiap vegetasi
Keterangan : nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Keberadaan spora juga dipengaruhi oleh eksudat yang dihasilkan oleh tanaman. Wulandari *et al.* (2014) berpendapat bahwa dimungkinkan perbedaan jumlah spora diakibatkan dari kemampuan masing–masing jenis tumbuhan dalam menghasilkan eksudat. Eksudat ini dimanfaatkan sebagai stimulant spora mikoriza untuk berkecambah pada daerah rhizosfer.

Eksudat umumnya lebih banyak dihasilkan pada tanah dengan ketersediaan hara yang rendah (Saputra *et al.*, 2015). Kondisi kimia tanah berpengaruh terhadap spora di dalam tanah. Pengukuran nilai pH menunjukkan nilai kemasaman yang rendah dengan nilai rerata 3,30. Nilai kemasaman yang rendah dapat meningkatkan keberadaan jumlah spora di dalam tanah. Ura *et al.* (2015). berpendapat bahwa tanah dengan pH rendah memiliki kerapatan spora yang tinggi. Hal ini karena kemasaman tanah mempengaruhi ketersediaan unsur P yang berhubungan dengan kolonisasi dan sporulasi mikoriza. Penelitian oleh Yassir dan Omon (2006) menunjukkan korelasi negatif antara jumlah spora dengan P tersedia dalam tanah, sehingga dapat diketahui bahwa jumlah spora menurun seiring dengan peningkatan P tersedia dalam tanah.

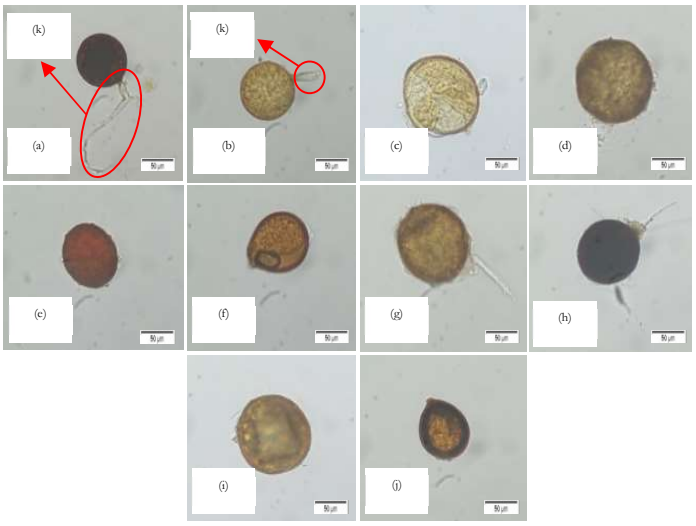
Keragaman genus mikoriza

Pengamatan morfologi spora pada vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) ditemukan spora mikoriza dengan genus *Glomus* yang kemudian dikelompokkan ke dalam 10 tipe spora (Tabel 3). Berdasarkan warnanya, spora yang ditemukan berwarna coklat tua (*Glomus sp* 1 dan *Glomus sp* 8), coklat (*Glomus sp* 5, *Glomus sp* 6, dan *Glomus sp* 10), krem (*Glomus sp* 2 dan *Glomus sp* 4), krem kekuningan (*Glomus sp* 3), kuning (*Glomus sp* 7), dan kuning kecoklatan (*Glomus sp* 9). Bentuk spora bulat (84,09 πm - 116,18 πm), bulat - oval (83,58 πm - 105,74 πm), dan oval (69,17 x 87,77 πm). Ketebalan dinding spora berkisar antara 3,30 πm (*Glomus sp* 10) hingga 6,31 πm (*Glomus sp* 4).

Jumlah dinding spora mikoriza sejumlah 2 lapis dinding spora (*Glomus sp* 5 dan *Glomus sp* 10) hingga 4 lapis dinding spora (*Glomus sp* 4 dan *Glomus sp* 7). Permukaan spora sebagian besar memiliki tekstur halus dengan perbedaan pada *Glomus sp* 2 dan *Glomus sp* 7 (granul). Jenis *Glomus sp* 1 memiliki sebaran yang paling tinggi dengan ditemukan di tiga jenis vegetasi yang diamati, sedangkan beberapa tipe lain hanya dapat ditemukan pada dua jenis vegetasi seperti Kemunting dan Kirinyuh (*Glomus sp* 3 dan *Glomus sp* 5), Kirinyuh dan Rumput Banteng (*Glomus sp* 6, *Glomus sp* 7, *Glomus sp* 8) dan pada satu jenis vegetasi yakni Kemunting (*Glomus sp* 2 dan *Glomus sp* 4), serta Rumput Banteng (*Glomus sp* 9 dan *Glomus sp* 10). Hasil pengamatan keragaman tipe genus spora secara mikroskopis dapat dilihat melalui Gambar 5. Genus Glomus memiliki variasi spesies paling banyak. Genus Glomus memiliki ciri antara lain bentuk spora globos, subglobos, ovoid, obovoid, dinding spora lebih dari satu lapis, memiliki warna spora hyalin, kuning, kecoklatan, coklat, merah kecoklatan dan hitam, permukaan kulit spora halus hingga granul, dengan ukuran spora antara 20–300 πm, dan beberapa dapat terdapat hifa (*Subtending hypha*) pada permukaan spora (Nusantara *et al.,* 2012; Lone *et al.*, 2014; Semane *et al.,* 2018; INVAM, 2020). Selain itu genus Glomus mampu hidup pada tanah masam, netral, hingga alkali pada jenis tertentu dengan perkecambahan optimum pada pH netral (Ura *et al.,* 2015; Doudi *et al.*, 2018).

Tabel 3. Keragaman tipe spora mikoriza.

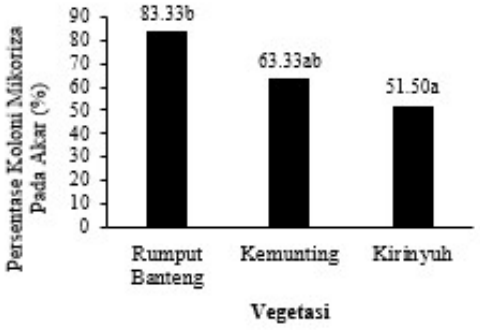
No	Tipe Spora	Karakteristik Morfologi Spora	Vegetasi
1	*Glomus sp.* 1	Warna Coklat tua, bentuk bulat, ukuran spora 84,41 πm, jumlah dinding spora 3 lapis, Ketebalan dinding 5,17 πm, Permukaan spora halus, terdapat *Subtending hypha*	Kemunting, Kirinyuh, Rumput Banteng
2	*Glomus sp.* 2	Warna krem, bentuk bulat, ukuran spora 84,09 πm, jumlah dinding spora 3 lapis, Ketebalan dinding 4,97 πm, Permukaan spora granul, terdapat *subtending hypha*	Kemunting
3	*Glomus sp.* 3	Warna krem kekuningan, bentuk bulat, ukuran spora 109,66 πm, jumlah dinding spora 4 lapis, Ketebalan dinding 7,43 πm, Permukaan spora halus.	Kemunting, Kirinyuh,
4	*Glomus sp.* 4	Warna krem, bentuk bulat, ukuran spora 116,18 πm, jumlah dinding spora 4 lapis, Ketebalan dinding 6,31 πm, Permukaan spora halus.	Kemunting
5	*Glomus sp.* 5	Warna Coklat, bentuk bulat - oval, ukuran spora 88,12 πm, jumlah dinding spora 2 lapis, Ketebalan dinding 6,01 πm, Permukaan spora halus.	Kemunting, Kirinyuh,
6	*Glomus sp.* 6	Warna Coklat, bentuk bulat - oval, ukuran spora 83,58 πm, jumlah dinding spora 3 lapis, Ketebalan dinding 6,12 πm, Permukaan spora halus.	Kirinyuh, Rumput Banteng
7	*Glomus sp.* 7	Warna kuning, bentuk bulat - oval, ukuran spora 101,77 πm, jumlah dinding spora 4 lapis, Ketebalan dinding 4,32 πm, Permukaan spora granul.	Kirinyuh, Rumput Banteng
8	*Glomus sp.* 8	Warna Coklat tua, bentuk bulat - oval, ukuran spora 97,35 πm, jumlah dinding spora 3 lapis, Ketebalan dinding 5,45 πm, Permukaan spora halus.	Kirinyuh, Rumput Banteng
9	*Glomus sp.* 9	Warna kuning kecoklatan, bentuk bulat - oval, ukuran spora 105,74 πm, jumlah dinding spora 3 lapis, Ketebalan dinding 5,66 πm, Permukaan spora halus.	Rumput Banteng
10	*Glomus sp.* 10	Warna Coklat, bentuk oval, ukuran spora 69,17 x 87,77 πm, jumlah dinding spora 2 lapis, Ketebalan dinding 3,80 πm, Permukaan spora halus.	Rumput Banteng



Gambar 5. Keragaman tipe spora mikoriza lahan pasca tambang batubara perbesaran 400x (a) *Glomus sp.* 1; (b) *Glomus sp.* 2; (c) *Glomus sp.* 3; (d) *Glomus sp.* 4; (e) *Glomus sp.* 5; (f) *Glomus sp.* 6; (g) *Glomus sp.* 7; (h) *Glomus sp.* 8; (i) *Glomus sp.* 9; (j) *Glomus sp.* 10; (k) *Hyphal Attachment.*

Tingkat kolonisasi mikoriza pada akar

Hasil rerata kolonisasi mikoriza pada vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan nilai berturut–turut senilai 83,33%, 63,33%, dan 51,50% (Gambar 6). Berdasarkan klasifikasi tingkat kolonisasi mikoriza oleh Padri *et al.*(2015). hasil yang didapatkan dapat digolongkan tinggi hingga sangat tinggi.



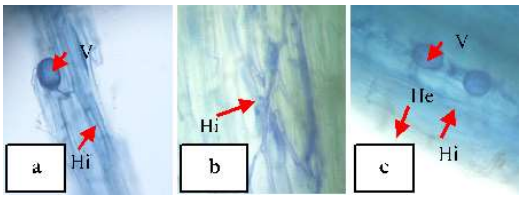
Gambar 6. Diagram rerata persentase kolonisasi mikoriza pada akar
Keterangan : nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Bentuk perakaran suatu jenis vegetasi mempengaruhi tingkat kolonisasi mikoriza pada tanaman. Herryawan (2012) dan Muryati *et al.* (2016). berpendapat bahwa tanaman dengan sistem perakaran yang luas dan dalam memiliki peluang yang tinggi untuk terbentuknya koloni dengan mikoriza. Rumput Banteng memiliki bentuk perakaran serabut dengan banyak terbentuknya akar halus. Keberadaan akar halus ini dapat meningkatkan efektivitas mikoriza terhadap inang yang berpengaruh terhadap respon simbiotik mikoriza dalam mengkolonisasi secara maksimal (Muryati *et al.,* 2016).

Koloni mikoriza dipengaruhi juga oleh kondisi kimia tanah. Suryati (2017) berpendapat bahwa asosiasi mikoriza pada perakaran tumbuhan dipengaruhi oleh pH, keberadaan P tersedia, dan kelembaban tanah. Kondisi pH tanah yang rendah pada lahan pasca tambang batubara dapat menurunkan ketersediaan P dalam tanah. Unsur P dalam jumlah tinggi di dalam tanah dapat menurunkan kolonisasi mikoriza pada perakaran tanaman. Wardhani (2006) menyebutkan bahwa konsentrasi P tinggi dalam tanah menurunkan eksudasi akar sehingga koloniasi mikoriza pada tanaman terhambat.

Proses kolonisasi mikoriza pada perakaran tanaman dimulai dengan infeksi hifa pada perakaran tanaman yang kemudian membentuk vesikula dan arbuskula di dalam jaringan akar. Vesikula merupakan struktur dengan bentuk lonjong atau membulat dengan fungsi sebagai tempat penyimpanan makanan yang terbentuk diantara sel akar atau berkembang sebagai klamidiospora (organ reprodusi). Arbuskular adalah struktur hifa yang bercabang dan berbentuk seperti pohon dengan fungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara mikoriza dengan tanaman inang (Pulungan, 2013). Hifa eksternal memiliki fungsi akumulator unsur P dalam tanah. Mekanisme penyediaan P oleh mikoriza dilakukan dengan cara P diakumulasi pada hifa eksternal dan diubah menjadi senyawa polifosfat menggunakan enzim fosfatase, kemudian senyawa polifosfat akan dipecah menjadi fosfat anorganik yang dilepaskan dalam jaringan tanaman melalui arbuskula (Nurhayati, 2019).

Pengamatan struktur mikoriza dapat diketahui berdasarkan terlihatnya vesikula, arbuskular, hifa internal, hifa eksternal, dan spora pada jaringan akar. Pengamatan struktur mikoriza pada jaringan akar dari tiap jenis vegetasi tidak ditemukan struktur arbuskular, namun hanya terlihat vesikula, hifa internal dan hifa eksternal (Gambar 7).



Gambar 7. Kenampakan konoloni mikoriza pada akar vegetasi lahan pasca tambang batubara perbesaran 400x (a) akar Kemunting; (b) akar Rumput Banteng; (c) akar Kirinyuh; vesikula (V); hifa internal (Hi); hifa eksternal (He).

Struktur arbuskular pada jaringan akar hanya mampu bertahan dalam jangka waktu yang

singkat sehingga keberadaannya sulit ditemukan. Arbuskular bersifat labil dan hanya mampu bertahan selama 2 minggu setelah terjadinya kolonisasi (Dharmaputri *et al.,* 2016). Selain itu, keberadaan struktur arbuskular pada jaringan akar tanaman dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme vegetasi inang, intensitas matahari dan sumber makanan (Husin *et al.,* 2012).

Kesimpulan

Genus *Glomus* ditemukan pada daerah perakaran vegetasi Rumput Banteng (*Paspalum conjugatum* Berg), Kemunting (*Rhodomyrtus tomentosa*), dan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L) dengan rerata jumlah spora mikoriza berturut–turut sejumlah 196 spora, 122 spora, dan 100 spora per 100 g tanah demgam timgkat kolonisasi yang tergolong tinggi hingga sangat tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Arkham dan pemilik lahan beserta pihak-pihak terkait atas bantuannya selama kegiatan penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

Balai Penelitian Tanah. 2009. Juknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk (2nd ed). Balai Penelitian Tanah, Bogor. pp 7-27.

Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T. and Malajczuk, N. 1996. Working With Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agricultural, Canberra. 340 hal.

Dharmaputri, N.W.P., Wijaya, I.N. dan Adiartayasa, W. 2016. Identifikasi mikoriza vesikular arbuskular pada rhizosfer tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) serta perbanyakannya dengan media zeolit. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika 5(2): 171-180.

Doudi, M., Hidayat, M. dan Mahdi, N. 2018. Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) di Kawasan IE SUUM Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018, Aceh, pp 474-482.

Herryawan, K.M. 2012. Perbanyakan inokulum fungi mikoriza arbuskular FMA secara sederhana. Jurnal Pastura 2(2): 57-60.

Husin, E.F., Syarif, A. dan Kasli. 2012. Mikoriza sebagai Pendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan. Andalas University Press, p. 99.

INVAM. 2020. Internasional Culture Colection Of Arbuscular and Vesicular Mycorrhizal Fungi. Diakses pada 18 Oktober 2020. http://invam.caf.wvu.edu/myc-info/taxonomy/classification.

Lim, T.K. 2012. Edible Medicinal and Nonedicinal Plants: Volume 3, The Netherlands: Springer, pp 1-159.

Lone, R., Shuchi, A. and Koul, K. K. 2014. Taxonomic characteristic of arbuscular mycorrhizal fungi-a review. International Journal of Microbiological Research 5(3): 190-197.

Masrikail, M.Z., Patadungan, Y.S. dan Isrun. 2019. Analsis kepadatan dan keragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada beberapa tanaman perkebunan di Desa Bakubakulu Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. Jurnal Agrotekbis 7(1): 1-9.

Mpapa, B.L. 2016. Analisis kesuburan tanah tempat tumbuh pohon jati (*Tectona grandis* L.) pada ketinggian yang berbeda. Jurnal Agrista 20(3): 135-139.

Mukhlisi, dan Sidiyasa, K. 2011. Aspek ekologi nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) di hutan Pantai Tanah Merah, Taman Hutan Raya Bukit Soeharto. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8(3): 385-397.

Muryati, S., Mansur, I. dan Budi, S. W. 2016. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer *Desmodium spp*. asal PT. Cibaliung Sumberdaya, Banten. Jurnal Silvikultur Tropika 7(3): 188-197.

Nurhayati. 2019. Perbanyakan mikoriza dengan metode kultur pot. Jurnal Wahana Inovasi 8(1): 1-6.

Nusantara, A.D., Bertham, Y.H. dan Mansur, I. 2012. Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula: Bogor, p. 7.

Padri, M.H., Burhanuddin, dan Herawatiningsih, R. 2015. Keberadaan fungi mikoriza arbuskula pada jabon putih di lahan gambut. Jurnal Hutan Lestari 3(3): 401-410

Pambudi, D., Indrawan, M. dan Soemarno. 2017. Pengaruh blotong, abu ketel, kompos terhadap ketersediaan fosfor tanah dan pertumbuhan tebu di lahan tebu pabrik gula Kebon Agung, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 4(1): 431-443.

Pulungan, A.S.S. 2013. Infeksi fungi mikoriza arbuskula pada akar tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L). Jurnal Biosains Unimed 1(1): 43-46.

Rizal, A., Kissinger, dan Syam'ani. 2020. Analisis keberhasilan revegetasi pasca tambang batubara di PD. Baramarta Kabupaten Banjar Provinsi

Kalimantan Selatan. Jurnal Sylva Scienteae 3(1): 13-25.

Saputra, B., Linda, R. dan Lovadi, I. 2015. Jamur mikoriza vesicular arbuskular (MVA) pada tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* L. var. Nipah) di Kabupaten Pontianak. Jurnal Protobiont 4(1): 160-169.

Saputri, Y.E., Noli, Z.A. dan Suwirmen. 2016. Respon pertumbuhan tanaman *Desmodium heterophyllum* Willd Dc dengan pemberian fungi mikoriza arbuskular (FMA) pada tanah lahan bekas tambang batubara Sawah Lunto. Jurnal Biocelebes 10(2): 52-60.

Setiawan, K.A., Sutedjo, S. dan Matius, P. 2018. Komposisi jenis tumbuhan bawah di lahan revegetasi pasca tambang batubara. Jurnal Hutan Tropis 1(2): 182-195.

Setyowati, D.N., Amala, N.A. dan Aini, N.N.U. 2017. Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. Jurnal Teknik Lingkungan 3(1): 14-20.

Suryati, T. 2017. Studi fungi mikoriza arbuskula di lahan pasca tambang timah Kabupaten Bangka Tengah. Jurnal Teknologi Lingkungan 18(1): 45-53.

Susilo, A., Suryanto., Sugiarto, S. dan Rizki, M. 2010. Status Riset Reklamasi Bekas Tambang Batubara. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Balai Besar Penelitian Dipterokarpa: Samarinda. pp 3-49.

Ura, R., Paembonan, S.A. dan Umar, A. 2015. Karakteristik fungi arbuskular mikoriza genus glomus pada akar beberapa jenis pohon di hutan kota Universitas Hasanuddin Tamalanrea. Journal of Chemical Information and Modeling 6(11): 16-21.

Wardhani, N.D. 2006. Aplikasi mulsa *Chromolaena odorata* (L.) Kings and Robinson dan cendawan mikoriza arbuskular pada tanah Latosol untuk pertumbuhan dan produksi *Pueraria javanica*. Jurnal Nutrisi dan Teknologi Pangan 1(4): 12-17.

Wulandari, G., Noli, Z.A. dan Suwirmen. 2014. kompatibilitas spora glomus hasil isolasi dari rizosfer macaranga triloba dengan tiga jenis tanaman inang. Jurnal Biologi Universitas Andalas 3(2): 116-122.

Yassir, I. dan Omon, R.M. 2006. Hubungan potensi antara cendawan mikoriza arbuskula dan sifat-sifat tanah di lahan kritis. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 3(2): 107-115.

Zhang, L., Zhang, P., Yoza, B., Liu, W. and Liang, H. 2020. Phytoremediation of metal contaminated rare earth mining sites using *Paspalum conjugatum*. Chemosphere 25(9): 127-280.