

Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Rizhosfer Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

*Identification of Arbuscular Mycorrhiza Fungi in the Rhizosphere of Elephant Grass (*Pennisetum purpureum*)*

La Malesi^{1*}, Indrayani¹, Syamsudin¹, Husna²

¹Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo

Jl. H.E.A. Mokodompit Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kendari 93232

²Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan Universitas Halu Oleo

Jl. Mayjend. S. Parman, Kemaraya, Kendari, 93121 Sulawesi Tenggara

*Email korespondensi: lamalesi@yahoo.com

(Diterima 09-03-2021; disetujui 20-08-2021)

ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) sangat berperan dalam memacu pertumbuhan hijauan tanaman pakan ternak. Hijauan tanaman pakan khususnya rumput dan leguminosa. FMA telah banyak diteliti dan teridentifikasi berbagai jenisnya pada rizhosfer tanaman leguminosa jenis pohon. Jenis FMA belum diketahui pada tanaman hijauan pakan ternak khususnya rumput gajah yang tumbuh di Sulawesi Tenggara, oleh karena itu sangatlah penting dilakukan penelitian mengenai identifikasi FMA pada tanaman rumput gajah. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis fungi mikoriza arbuskula pada rizhosfer rumput gajah. Sampel tanah dan sampel akar rumput gajah diambil masing-masing sebanyak 500g. Analisis sampel tanah untuk mengidentifikasi FMA dilakukan di pusat Penelitian Biologi LIPI Bogor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada rizhosfer rumput gajah ditemukan 5 jenis fungi mikoriza arbuskula dari 3 genus (*Glomus*, *gigaspora* dan *acalauspora*) yaitu *Glomus* sp (1 spora), *gigaspora* sp (57 spora), *giga spora gregaria* N.C. Schenck & T.H. Nicolson (48 spora), *Acaulospora tuberculata* Janos & Trappe (12 Spora) dan *Acaulospora scrobiculata* Trappe (2 spora). Jenis FMA terjadi kolonisasi pada rizhosfer rumput gajah, ditandai dengan ditemukannya struktur FMA. Struktur FMA yang ditemukan pada akar rumput gajah adalah hifa internal dan hifa eksternal. Persentase kolonisasi FMA pada akar rumput gajah berkisar 47-88% dengan rata-rata 72,93%.

Kata kunci: mikoriza, rumput gajah, pennisetum, glomus

ABSTRACT

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) plays a role forage growth of animal feed crops. Forage feed plants, especially grass and Leguminosae. AMF has been widely studied and identified in various types in the rhizosphere of legume tree plants. The type AMF is not widely known in forage animal feed, especially elephant grass that grows in Southeast Sulawesi, therefore it is very important to research the identification of AMF in elephant grass plants. The study aims to identify the arbuscular mycorrhiza fungi in the elephant grass rhizosphere. Samples of rhizosphere soil and elephant grassroots samples were taken by as much as 500g each. Analysis of soil samples to identify AMF was conducted at LIPI Bogor Biological Research Centre. Analysis of soil samples to identify AMF was conducted at LIPI Bogor Biological Research Center. The results showed in the rhizosphere elephant grass found 5 types of AMF from 3 genera (*glomus*, *gigaspora*, and *acalauspora*) namely *glomus* sp. (1 spora), *gigaspora* sp. (57 spora), *gigaspora gregaria* N.C. Schenk & T.H. Nicolson (48 spora), *acaulospora tuberculata* Janos & Trappe (12 spora), and *acaulospora scrobiculata* Trappe (2 spora). Colonization has occurred in the rhizosphere of elephant grass, characterized by the discovery of AMF structures. The AMF structures found at elephant grassroots are internal hyphae and external hyphae. The colonization AMF percentage at the elephant grassroots ranges 47-88% with average of 72.93%.

Keywords: mycorrhiza, elephant grass, pennisetum, glomus



PENDAHULUAN

Rumput gajah merupakan hijauan pakan ternak yang sangat penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan ternak. Di Sulawesi Tenggara, rumput gajah dapat dibudidayakan pada lahan-lahan marginal atau dapat dikembangkan pada lahan yang mempunyai tingkat kesuburan rendah. Hijauan rumput-rumputan memiliki potensi yang baik karena produksinya yang tinggi dan sangat responsif terhadap pemupukan. Rumput gajah juga dapat tumbuh baik pada lahan marginal karena disekitar rizhosfer memiliki mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan dengan sistem simbiosis mutualisme. Mikroorganisme tersebut adalah mikoriza. Mikoriza dapat diisolasi dan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Brundrett *et al.* (1996) menyatakan bahwa mikoriza merupakan mikroorganisme yang berasal dari golongan fungi yang memiliki hubungan simbiosis mutualisme antara fungi dengan akar tanaman. Menurut Smoth & Read (1908) fungi mikoriza arbuskula (FMA) bersimbiosis dengan 97% tumbuhan darat.

FMA dapat ditemukan hampir pada semua bagian besar tanah dan umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. Setiap ekosistem dapat mengandung FMA dengan jenis yang sama atau berbeda. Berbeda karena keanekaragaman dan kondisi lingkungan yang sangat bervariasi (Sari, 2018). Mikoriza memiliki kemampuan berbeda-beda membentuk hifa, distribusi dan kuantitasnya berhubungan dengan kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Delvian, 2003), pemanfaatannya sangat membantu pertumbuhan hijauan pakan. Mikoriza dapat meningkatkan kesuburan tanaman, kemampuan daya tahan terhadap serangan dan kekurangan air (Ezawa *et al.*, 2002, Al-Karaki *et al.*, 2003). Infeksi FMA sangat efektif apabila mengembalikan jenis-jenis indigenusnya terutama dalam peningkatan produksi tanaman. Penggunaan FMA sudah banyak digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida (Harrier & Watson, 2004).

Informasi mengenai jenis-jenis fungi mikoriza arbuskula pada tanah rhizosfer dan akar rumput gajah di Laboratorium Unit Agrostologi Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo belum ada. Tujuan penelitian yaitu mengetahui jenis FMA pada setiap daerah sangat penting untuk memperkaya literatur yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Sampel tanah diambil di lahan Agrostologi Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo. Proses analisis sampel tanah dan akar rumput gajah dilakukan di Laboratorium Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo, dan analisis sampel tanah dan akar rumput gajah untuk identifikasi fungi mikoriza arbuskula dilakukan di Pusat Penelitian Biologi LIPI Bogor.

Metode Penelitian

Pengambilan Sampel Tanah dan Akar Rumput Gajah

Pemeriksaan jenis-jenis FMA dilakukan dengan cara mengambil tanah dan akar dari rizhosfer rumput gajah. Pengambilan sampel dilakukan secara random sebanyak 15 tanaman. Ditetapkan 4 titik dengan jarak 20 cm, setiap titik diambil 250 gr. Total berat sampel tanah 1kg. Selanjutnya sampel tanah dimasukan dalam kantong plastik dan diberi kode nama rumput serta lokasi pengambilan tanah. Kemudian sampel dikeringanginkan. Sampel yang sudah dikeringkan digunakan untuk tujuan isolasi dan identifikasi spora FMA (Husna *et al.*, 2014).

Isolasi dan Identifikasi FMA pada Tanah

Cara yang digunakan untuk mengisolasi spora FMA adalah menggunakan teknik tuang sari. Dilanjutkan dengan tekni sentrifugase dari Brundrett *et al.* (1996). Tahapan-tahapan yang dilalui adalah: a) Sampel tanah 50 gr dicampur dengan 200-300 ml air lalu diaduk, b) dilakukan penyaringan dalam satu set saringan dengan ukuran 670 μm , 125 μm , dan 45 μm secara berurutan, c) bahan yang tersimpan pada saring 125 μm dan 45 μm , dipindahkan pada tabung sentrifuge ditambahkan glukosa 60% (w/v) kemudian tabung sentrifuge ditutup rapat, selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 3 menit., e) larutan supernatan yang sudah jadi disaring menggunakan saringan 45 μm , selanjutnya dicuci menggunakan air yang mengalir untuk menghilangkan glukosa, f) endapan sisa dalam saringan dimasukan dalam cawan petri, lalu dilakukan pengamatan pada mikroskop untuk menghitung jumlah populasi spora.

Kolonisasi FMA

Cara melakukan kolonisasi FMA pada akar rumput gajah menggunakan metode modifikasi awal yang dipopulerkan oleh Brundrett *et al.*

(1996). Akar rumput gajah dipilih yang halus dan segar, selanjutnya akar dicuci. Setelah itu akar dimasukkan ke dalam larutan KOH 10% dengan waktu 24 jam pada suhu 90°C. Setelah itu larutan KOH dialirkan, akar yang sudah direndam dicuci dengan air sampai bersih. Selanjutnya akar rumput gajah dilakukan perendaman selama 30 menit didalam larutan HCL 2 %. Setelah 30 menit, larutan HCL dialirkan (dibuang). Setelah akar rumput gajah dilakukan perendaman selama 24 jam pada larutan staining (trypan blue 0,05% + glyserol 70% + agudes 30%). Larutan staining dialirkan, kemudian akar rumput gajah dimasukkan dalam larutan glyserol 50%. Selanjutnya akar dipotong-potong dengan ukuran 1 cm dan diletakkan pada prepaat secara berjejer, kemudian dilakukan pengamatan pada mikroskop untuk melihat struktur mikoriza pada akar (vesikula, arbuskula, dan hifa).

Parameter Penelitian

Mengidentifikasi jenis mikoriza dan banyaknya spora dalam 50g sampel. Menghitung persentase akar terkoloni mikoriza dengan menggunakan metode Brundrett *et. al.*, 1996)

$$\text{Kolonisasi Akar (\%)} = \frac{\sum \text{bidang pandang terkolonisasi}}{\sum \text{bidang pandang total}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tipe dan Spora Mikoriza pada Rhizosfer Rumput Gajah

Ditemukan 5 jenis fungi mikoriza arbuskula pada rizhosfer rumput gajah dengan jumlah spora sebagai berikut, *glomus* sp 1 spora, *gigaspora* sp 57 spora, *gigaspora gregaria* sp N.C schenck & T.H. Nicolson 48 spora, *acaulospora tuberculata* Janos & Trappe 12 spora dan *acaulospora scrobiculata* Trappe 2 spora. Jenis FMA berasal dari 3 genus atau marga (*glomus*, *gigaspora* dan *acaulospora*). Temuan genus mikoriza dari penelitian ini sama dengan jenis spora yang ditemukan oleh Astuti (2000) bahwa fungi mikoriza arbuskula pada rumput gajah adalah genus *glomus*, *gigaspora* dan *acaulospora* (Tabel 1 dan Tabel 2). Dewi *et al.* (2014), melaporkan bahwa FMA pada rumput gajah adalah hanya genus *glomus*, sedangkan Ansiga *et al.* (2017) melaporkan bahwa FMA yang ditemukan pada rumput gajah adalah genus *glomus* dan *acaulospora*. Temuan genus *glomus* pada rumput gajah jumlahnya sedikit dibandingkan dengan

glomus pada tanaman pepohonan. Spora genus *glomus* mendominasi keragaman jenis spora pada beberapa kondisi ekosistem (Wanda *et al.*, 2015)

Jumlah spora fungi mikoriza arbuskula yang terbanyak pertama ditemukan adalah genus *gigaspora* sp, sedangkan genus *gigaspora gregaria* N.C. Schenck & T.H. Nicolson merupakan genus dengan jumlah spora terbanyak kedua. Jumlah spora terendah adalah genus *glomus*. Hasil penelitian teridentifikasi bahwa genus mikoriza yang paling dominan adalah genus *gigaspora*. Hasil penelitian ini apabila dibandingkan dengan temuan Dewi *et al.* (2014) bahwa karakteristik spora yang ditemukan pada rumput gajah yakni spora *glomus* tipe 3 adalah spora berwarna coklat, memiliki bentuk bulat, dinding spora tebal, ornamen pasir pada bagian tengah dinding selnya, ukuran sporanya 341,09 µm x 341,09 µm. *Glomus* tipe 4 memiliki karakteristik spora berwarna kuning pekat, bentuk bulat telur (elips), dinding spora terlihat tidak jelas, tidak memiliki ornamen dan spora berukuran 336,45 µm x 336,45 µm. Sedangkan spora *glomus* tipe 5 memiliki karakteristik spora berwarna kuning, bentuk bulat, dinding spora sangat tipis dan ukurannya 108,0 µm x 108,80 µm.

Berdasarkan morfologi genus mikoriza yang ditemukan tergolong ektomikoriza dan endomikoriza, sebagaimana Smith & Read (2008) melaporkan bahwa morfologi mikoriza dapat digolongkan menjadi ektomikoriza, endomikoriza, arbutoid, monotropoid, ectendo, ericoid. Pertumbuhan mikoriza dimula 2-10 hari setelah diinokulasi pada akar tanaman. Fungi mikoriza mengeluarkan hyfa dan memproduksi jaringan radikal dengan ukuran diameter 2,5 mm. 7 hari setelah kontak fungi dengan induk, beberapa spora sekunder atau struktur seperti vesikel terlihat sama dengan spora sebenarnya kecuali pada ukuran diameter 20-30µm. Mikoriza bersimbiosis dengan akar tanaman selama masa pertumbuhan aktif (Song, 2005).

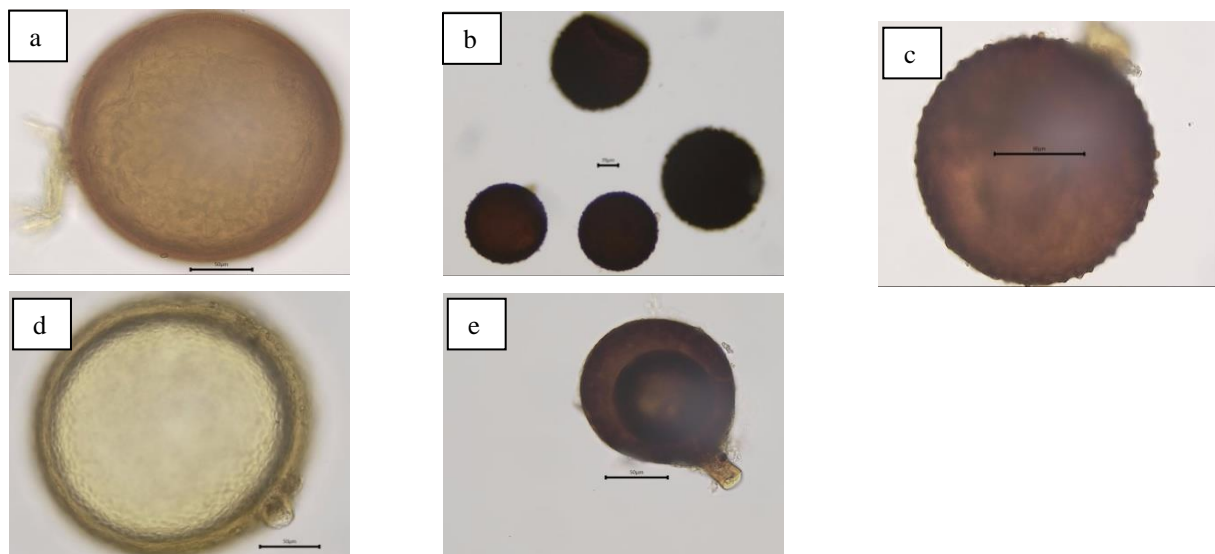
Beberapa karakteristik morfologi mikoriza pada rhizosfer akar rumput gajah yang dilihat pada mikroskop, seperti pada Gambar 1. Penyebaran genus-genus mikoriza arbuskula sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan atau edafit. Genus *glomus*, *gigaspora* dan *acaulospora* merupakan 3 genus yang berbeda-beda dan secara tidak langsung mempunyai adaptasi lingkungan yang berbeda.

Tabel 1. Karakteristik tipe Fungi Mikoriza Arbuskula pada Rhizosfer Rumpuk Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Tipe/Jenis	Karakteristik		
	Warna	Bentuk	Ukuran (µm)
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	Kuning kecoklatan merah gelap	Bulat, membulat	150-210x165-210
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson		Bulat	286-372 x 257-357
<i>Gigaspora sp.</i>	Kuning kecoklatan	bulat, membulat	129-159 x 150-165
<i>Glomus sp.</i>	Kekuningan	Sedikit lonjong	144 x 108
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson	Merah gelap	Bulat, Membulat	257-357 x 257-357
<i>Gigaspora sp.</i>	Kuning kecoklatan	Bulat, Membulat	135-159 x 135-162
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson	Merah gelap	Bulat, membulat	257-371 x 257-371
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	Kekuningan	membulat	210-225 x 225-240
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	Kuning Kecoklatan	Bulat, membulat	129 x 150
<i>Gigaspora sp.</i>	Kuning Kecoklatan	Bulat, Membulat	150-166 x 135-180
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	Kecoklatan merah gelap	Bulat	165 x 165
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson		Bulat, membulat	286-343 x 296-343
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	Kecoklatan	Bulat	120-129 x 129-135
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson	merah gelap	Bulat, Membulat	214-356 x 214-356
<i>Gigaspora sp.</i>	Kuning kecoklatan	Bulat, Membulat	135-150 x 126-150

Tabel 2. Banyaknya jumlah spora mikoriza pada rizhosfer akar rumput gajah (*Pennisetum purpureum*)

Jenis	Jumlah Spora
<i>Glomus sp.</i>	1
<i>Gigaspora sp.</i>	57
<i>Gigaspora gregaria</i> N.C. Schenck & T.H. Nicolson	48
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	12
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	2



Gambar 1. Tipe mikoriza yang berasosiasi dengan akar rumput gajah a) *acaulospora tuberculata*, b) *gigaspora gregaria*, c) *gigaspora sp.*, d) *acaulospora scrobiculata*, e) *Glomus sp*

Persentase Kolonisasi Akar dan Struktur FMA

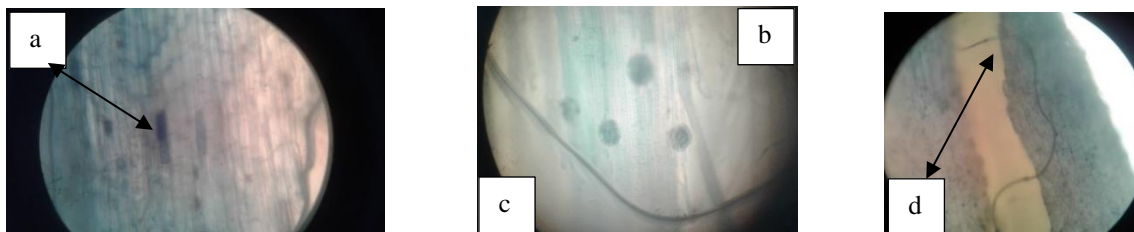
Fungi mikoriza arbuskula dapat mengkoloni akar rumput gajah. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya tipe struktur mikoriza pada akar rumput gajah hifa internal, hifa eksternal, vesikula dan arbuskula. Hifa internal dan hifa eksternal pada akar rumput gajah dengan rata-rata 47,85% dan 52,15%. Hasil penelitian ini jika dibandingkan dengan temuan Prayoga & Prasetya, (2021) bahwa rata-rata kolonisasi mikoriza pada vegetasi rumput banteng (*Paspalum conjugatum*) 83,33%. Proses kolonisasi mikoriza pada perakaran tanaman dimulai dengan infeksi hifa pada perakaran tanaman

yang kemudian membentuk vesikula dan arbuskular dalam akar tanaman. Struktur arbuskula tidak ditemukan dalam penelitian ini karena siklus hidup arbuskula relatif pendek 4-6 hari. Setelah itu arbuskula akan mengalami degenerasi kemudian dicerna oleh sel tanaman inang. Dharmaputri et al. (2016) bahwa arbuskular bersifat labil dan hanya mampu bertahan selama 2 minggu setelah terjadinya kolonisasi. Selain itu keberadaan atruktur arbuskular pada jaringan akar tanaman dipengaruhi oleh aktifitas metabolisme vegetasi inang, intensitas matahari dan sumber makanan (Husin et al., 2012). Tipe struktur mikoriza pada akar rumput gajah dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 3. Persentase kolonosasi akar dan struktur FMA pada rumput gajah (*Pennisetum purpureum*)

Rumput Gajah	Kolonisasi %	Struktur FMA (%)			
		HI	HE	V	AR
1	80	60,00	40,00	0,00	0,00
2	77	64,92	35,71	0,00	0,00
3	76	66,67	33,33	0,00	0,00
4	70	64,71	35,29	0,00	0,00
5	77	28,57	71,43	0,00	0,00
6	81	38,89	61,11	0,00	0,00
7	47	50,00	50,00	0,00	0,00
8	66	80,95	19,05	0,00	0,00
9	73	41,18	58,82	0,00	0,00
10	72	23,53	76,47	0,00	0,00
11	83	85,00	15,00	0,00	0,00
12	88	20,00	80,00	0,00	0,00
13	63	33,33	66,67	0,00	0,00
14	80	25,00	75,00	0,00	0,00
15	60	35,71	64,29	0,00	0,00
Rerata	72,93	47,85	52,15	0,00	0,00

Keterangan : HI = Hifa Internal, HE = Hifa eksternal, v= Vesikula, ar = Arbuskua



Gambar 2. Struktur FMA pada akar rumput gajah (*Pennisetum purpureum*); a) Struktur arbuskula, b) struktur vesikula, c) hifa internal dan d) hifa eksternal.

Struktur FMA memiliki peran yang berbeda-beda, menurut Souza (2005) bahwa hifa internal merupakan struktur FMA yang terbentuk pada fase awal simbiosis FMA dengan tanaman inang. Hifa internal akan berdiferensiasi menjadi vesikula dan arbuskula bahkan spora ketika berada dalam korteks. Hifa internal berfungsi sebagai alat translokasi unsur hara dari fungi ke tanaman atau sebaliknya. Hifa eksternal merupakan struktur lain dari FMA yang berkembang diluar akar, hifa ini berfungsi menyerap air dan unsur hara di dalam tanaman. Menurut Dewi (2007) bahwa hifa eksternal yang berasosiasi dengan tanaman akan berperan penting dengan perluasan bidang absorpsi akar sehingga memungkinkan akar menyerap hara dan air dalam jangkauan yang lebih jauh. Fauziah (2013) bahwa arbuskular adalah struktur dari FMA yang berfungsi sebagai tempat pertukaran metabolit antara fungi dan tanaman, sedangkan vesikula berfungsi sebagai organ reproduktif atau tempat penyimpanan makanan. Struktur hifa yang panjang dan halus dapat menjelajah ke dalam tanah untuk menyerap air, unsur hara makro, dan hara mikro yang tidak dijangkau akar (Goltapeh *et al.*, 2013).

KESIMPULAN

Rhizosfer akar rumput gajah ditemukan 5 jenis fungi mikoriza arbuskula yakni *Glomus* sp, *Gigaspora* sp, *Gigaspora gregaria* N.C Schenck & T.H Nicolson, *Acaulospora tuberculata* Janos & Trappe dan *Acaulospora scrobiculata* Trappe dari 3 genus (*Glomus*, *gigaspora* dan *acaulospora*). Jumlah spora terbanyak adalah *Gigaspora* sp yakni 57 spora. Terjadi kolonisasi mikoriza pada akar rumput gajah ditandai dengan adanya struktur FMA. Pada akar rumput gajah juga ditemukan struktur FMA yakni hifa internal dan hifa eksternal.

KONFLIK KEPENTINGAN

La Malesi sebagai *reviewer* pada JITRO (Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis) tetapi tidak memiliki peran dalam keputusan untuk menerbitkan artikel ini. Para penulis yang namanya tercantum tidak memiliki afiliasi atau keterlibatan dalam organisasi atau entitas mana pun dengan kepentingan finansial atau non-finansial dalam materi penelitian atau materi yang dibahas dalam naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ansiga, R.E., A. Rumabi, D. Kaligis, I. Mansur, & W. Kaunang. 2017. Eksplorasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rhizosfer hijauan pakan. *Jurnal Zootehnik* 37(1):167-178.

Al-Karaki, G.B., McMichael, & J. Zak. 2003. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14(4):263-9. DOI: 10.1007/s00572-003-0265-2.

Astuti W.D. 2000. Biodiversitas cendawan mikoriza arbuskula pada rhizosfer rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) di Bogor dan Lembang. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Gove, & N. Malajezuk. 1996. Working with Mycorrhiza in Forestry and Agriculture. ACIAP. Canberra, Australia.

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

Dewi. I.R. 2007. Peran, Prospek, dan Kendala dalam Pemanfaatan Endomikoriza. Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran. Bandung.

Dewi, N.K.S., G.P. Wirawan, & M. Sritamin. 2014. Identifikasi mikoriza arbuskula secara mikroskopis pada rhizosfer beberapa jenis rumput dan tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropik* 3(4):259-268.

Delvian, 2003. Keanekaragaman cendawan mikoriza CMA di hutan pantai dan potensi manfaatnya. IPB. Bogor.

Ezawa, T., S.E. Smith, & F.A. Smith. 2002. Metabolisms and transport in AM fungi. *Jurnal Plant and Soil* 24(4):221-230.

Fauziah, L. 2013. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskuladi bawah tegakan tanaman agroforesti Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) di Purwakarta Jawa Barat. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.

Goltapeh, E.M., Y.Z. Danesh, R. Prasad, & A. Varma. 2008. Mycorrhizal fungi: what we know and what should we know. In Varma A (ed). *Mycorrhiza: State of the Art, Genetics and Molecular Biology, Eco Function, Biotechnology, Eco-Physiology, Structure and Systematics*. Springer. India.

Harrier, LA. & CA. Watson. 2004. The potential role of arbuscular mycorrhiza (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne

- pathogens in organik and/or other sustainable farming systems. *Pest Manag Sci* 60:149-157.
- Husin, E.F., A. Syarif, & Kasli. 2012. *Mikoriza Sebagai Pendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan*. Andalas University Press. Padang.
- Husna, S.W. Budi R., I. Mansur, C. Kusmana, & K. Kramadibrata. 2014. Fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer *Pericopsis mooniana* (Thw.) di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Berita Biologi* 13 (3):263-173.
- Lidia. 2019. Keragaman fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer angsana (*Pterocarpus indicus* Willd) di Kecamatan Gu. Kab. Buton Tengah. Fakultas Kehuatan dan Ilmu Lingkungan. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Prayoga, M.H. & B. Prasetya. 2021. Ekspolorasi mikoriza arbuskula indigenous pada rhizosfer vegetasi lahan pascatambang batubara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(2):349-357. DOI: 10.21776/Ub.Jtsl. 2021.008.2.6.
- Sari, S. 2017. Identifikasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) tanaman leguminosa secara mikroskopis pada lahan olah tanah konservasi musim tanam ke 29. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 17(1):40-49.
- Smith, S.E. & D. Read. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd ed. Elsevier. New York.
- Souza, T. 2015. *Handbook of Arbuscular Mycorrhiza Fungi*. Springer. Switzerland.
- Song, H. 2005. Effect of FAM on host plant in the condition of drought stress at its mechanisms. *Jurnal of Biology* 1(3):44-48.
- Wanda, A/R., Yuliani, & G. Trimulyono. 2015. Keanekaragaman cendawan mikoriza vesikula arbuskula (MFA) di hutan pantai nepa sampang Madura berdasarkan gradien salinitas. *Jurnal Lentera Bio* 4(3):180-186.