

Identifikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular pada Rhizosfer Tanaman Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) serta Perbanyakannya dengan Media Zeolit

NI WAYAN PUSPARINI DHARMAPUTRI
I NYOMAN WIJAYA*)
WAYAN ADIARTAYASA

Progam Studi Agoekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. P.B. Sudirman Denpasar Bali 80326
*)Email : nyomanwijaya56@yahoo.co.id

ABSTRACT

Vesicular Arbuscular Mycorrhizae Identification of Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) and Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) Rhizosphere and Its Spore Multiplication in Zeolit Media

Songan village was located in the district of Kintamani, Bangli. The plants population were dominated by lamtoro and kaliandra. This plant was included in the Fabaceae (Leguminosae) family which capable of forming nodules and symbiotic association to mycorrhizae. This study aimed to determine the types mycorrhizal of rhizosphere lamtoro and kaliandra plants and determine the effectiveness of zeolite media and corn symbiont plant in propagation of VAM. The experiment was conducted from Desember 2014 to Februari 2015, in the Laboratory of Genetic Resources Unit and Molecular Biology University of Udayana. Spore isolation was done by conducting wet sieving method. Roots colonization percentages were calculated by root staining method and spores multiplication through trapping culture method. The results showed that VAM spores found in the rhizosphere lamtoro plants are three genera that resembled *Acaulospora*, *Glomus*, and *Scutellospora* whereas in the rhizosphere of kaliandra plants found two genera that resembled *Acaulospora* and *Glomus*. Mycorrhizal structures found in the rhizosphere of lamtoro and kaliandra plants were vesicles and inner spores. VAM from the rhizosphere of lamtoro and kaliandra plants can be reproduced using zeolite media and corn symbionts.

Keywords: Rhizosphere, *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora*, Zeolite

1. Pendahuluan

Lamtoro dan kaliandra merupakan tanaman yang banyak ditemukan di Desa Songan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Tanaman lamtoro dengan nama latin *Leucaena leucocephala* dan kaliandra dengan nama latin *Calliandra calothyrsus* adalah sejenis perdu dari famili Fabaceae (Leguminosae), yang kerap digunakan dalam penghijauan lahan atau pencegahan erosi. Tanaman legum sebagai tanaman

yang mampu membentuk bintil akar diketahui mampu bersimbiosis dengan mikoriza. Hubungan ini disebut sebagai hubungan tripartit antara rhizobium, tanaman dan mikoriza. Potensi dalam menanggapi masalah hara menjadi tanggungjawab rhizobium sebagai penyedia unsur nitrogen, mikoriza sebagai penyedia fosfor, dan tanaman sebagai inang dalam simbiosis. Tanaman ini cukup tahan kering dan bisa ditanam pada berbagai daerah (Subiksa, 2002).

Mikoriza vesikular arbuskular (MVA) merupakan salah satu cendawan yang akhir-akhir ini mendapat perhatian dari para ahli lingkungan dan biologis untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati. Cendawan ini mampu membentuk simbiosis dengan sebagian besar (80%) famili tanaman darat. Eksplorasi jenis – jenis MVA dapat dilakukan pada berbagai ekosistem yang masih alami maupun yang telah mengalami gangguan, dari kegiatan ini dapat diidentifikasi dan dipetakan jenis-jenis MVA dominan yang terdapat di suatu daerah (Smith & Read, 2008).

Penelitian tentang keragaman dan perbanyakan MVA pada rhizosfer tanaman lamtoro dan kaliandra dengan media zeolit di Desa Songan belum pernah dilakukan. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang karakteristik MVA yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman lamtoro dan tanaman kaliandra yang berfungsi sebagai penyerap air dan unsur hara sehingga baik untuk dikembangkan serta dapat menjadi awal pemanfaatan mikoriza sebagai pupuk hayati (*biofertilizer*).

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Desember 2014 – Februari 2015. Proses isolasi, identifikasi, dan perbanyakan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) ini dilaksanakan di Laboratorium Sumber Daya Genetika dan Biologi Molekuler, Gedung Pascasarjana Universitas Udayana.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu cangkul, sekop, kantong plastik, penggaris, gunting, alat tulis, 1 set saringan (berukuran 1 mm, 500 μ m, 212 μ m, 106 μ m, dan 53 μ m), gelas beaker 1000 ml, timbangan analitik, spatula, tabung *rool film*, cawan petri, botol semprot, sentrifuse, mikroskop stereo, mikroskop compound, jarum *oose*, kaca preparat, pipet mikro, kamera digital, alat hitung, gunting, gelas beaker 100 ml, pinset, *microwave*, *aluminium foil*, *cover glass*, plastik wrap, pot plastik, autoklaf dan higrometer. Bahan yang digunakan yaitu tanah sampel, KOH 10%, H₂O₂ 3%, HCl 1% , *lactoglycerol*, *trypan blue* 0,05%, *aquades*, sampel akar tanaman, kertas label, media tanam zeolit, stater mikoriza (spora hasil isolasi), dan bibit jagung.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel tanah dan akar tanaman dilakukan di Desa Songan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Sampel tanah diambil sebanyak 1000 g di sekitar perakaran tanaman lamtoro dan tanaman kaliandra dengan jarak $\pm 10-50$ cm dari pangkal batang dan pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah.

Tanah sampel di timbang sebanyak 100 g, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker 1000 ml dan ditambahkan air hingga menjadi 800 ml. Tanah tersebut diaduk hingga homogen. Cairan supernatan dituang ke dalam saringan bertingkat dengan ukuran berturut-turut 1 mm, 500 μm , 212 μm , 106 μm , 53 μm (diulang 5 kali). Hasil saringan masing-masing dituang ke dalam tabung *roll film* dengan bantuan botol semprot dan disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Hasil sentrifugasi dituang ke dalam cawan petri kemudian dilakukan pengamatan spora di bawah mikroskop stereo.

Pengamatan kolonisasi MVA pada jaringan akar dilakukan dengan cara pewarnaan akar (*staining*). Sampel akar di cuci sampai bersih dan dipotong ± 5 cm, kemudian diletakkan pada gelas beaker 100 ml. 10% KOH ditambahkan pada gelas beaker sampai semua akar tenggelam, kemudian gelas beaker ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 30 menit. Selanjutnya akar dicuci dengan air kran (pencucian dilakukan tiga kali) dan ditambahkan 3% H₂O₂, dipanaskan selama satu jam dengan suhu 100°C, kemudian akar dicuci dengan air kran. Selanjutnya 1% HCl ditambahkan, dan didiamkan selama 10 menit. 1% HCl dibuang kemudian ditambahkan *trypan blue*, gelas beaker ditutup dengan plastik wrap dan didiamkan selama ± 24 jam pada suhu ruangan. *Trypan blue* dibuang, kemudian ditambah *lactoglycerol*, gelas beaker ditutup dengan plastik wrap dan panaskan pada suhu 250°C selama lima menit, dan didiamkan selama 24 jam. Akar selanjutnya di potong ± 2 cm dan diletakkan di cawan petri untuk menghitung persentase kolonisasi mikoriza. Persentase kolonisasi mikoriza dihitung berdasarkan metode slide (Brundrett *et al.*, 1996) :

$$\% \text{Kolonisasi Akar} = \frac{\sum \text{Potongan Akar Terkolonisasi}}{\sum \text{Potongan Akar Yang Diamati}} \times 100\% \quad (1)$$

Metode perbanyakan spora ini menggunakan metode Brundrett *et al.*, (1996). Tahap pertama yaitu sterilisasi media dengan memanaskan zeolit dan tanah sampel dengan suhu 121°C dalam autoklaf selama 30 menit. Setelah steril, media zeolit dimasukkan ke dalam tiga pot dengan komposisi pada dasar pot diberi zeolit sebanyak 250 g. Selanjutnya dimasukkan stater mikoriza dari hasil isolasi sebanyak 100 spora, kemudian ditambahkan tanah sampel sebanyak 150 g. Selanjutnya tanah dilubangi dan ditanami bibit jagung yang telah berumur dua minggu, kemudian tanah sampel ditutupi dengan media zeolit sebanyak 50 g. Pemeliharaan dilakukan selama delapan minggu. Setelah itu dilakukan stressing dengan cara tanpa penyiraman selama dua minggu. Pemanenan dilakukan dan dilanjutkan dengan isolasi dan identifikasi spora MVA.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Isolasi dan Identifikasi Spora Mikoriza Vesikular Arbuskular*

Hasil isolasi spora mikoriza pada rhizosfer tanaman lamtoro dan kaliandra dilakukan dengan menggunakan teknik penyaringan basah. Sampel yang digunakan berasal dari lereng pegunungan Batur, Desa Songan, Kecamatan Kintamani. Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan spora MVA pada kedua sampel tanah rhizosfer tanaman lamtoro dan kaliandra. Jumlah spora MVA pada rhizosfer tanaman lamtoro dengan 5 kali pengulangan penyaringan adalah 94 spora dalam 100 g tanah sampel, sedangkan jumlah spora MVA dari rhizosfer tanaman kaliandra yaitu 99 spora dalam 100 g tanah sampel (Tabel 1).

3.1.1 *Morfologi Spora MVA pada Rhizosfer Tanaman Lamtoro*

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap spora mikoriza pada rhizosfer tanaman lamtoro diperoleh tiga genus mikoriza yang menyerupai *Acaulospora* sebanyak 57 spora, *Glomus* sebanyak 32 spora dan *Scutellospora* sebanyak 5 spora (Tabel 1).

Tabel 1. Genus dan Jumlah Spora MVA dalam 100 g Tanah Sampel.

Jenis Tanaman	Genus spora MVA dalam 100 g tanah		
	Jenis spora	Jumlah spora	Total jumlah spora
Lamtoro	• <i>Acaulospora</i>	57	94
	• <i>Glomus</i>	32	
	• <i>Scutellospora</i>	5	
Kaliandra	• <i>Acaulospora</i>	70	99
	• <i>Glomus</i>	29	

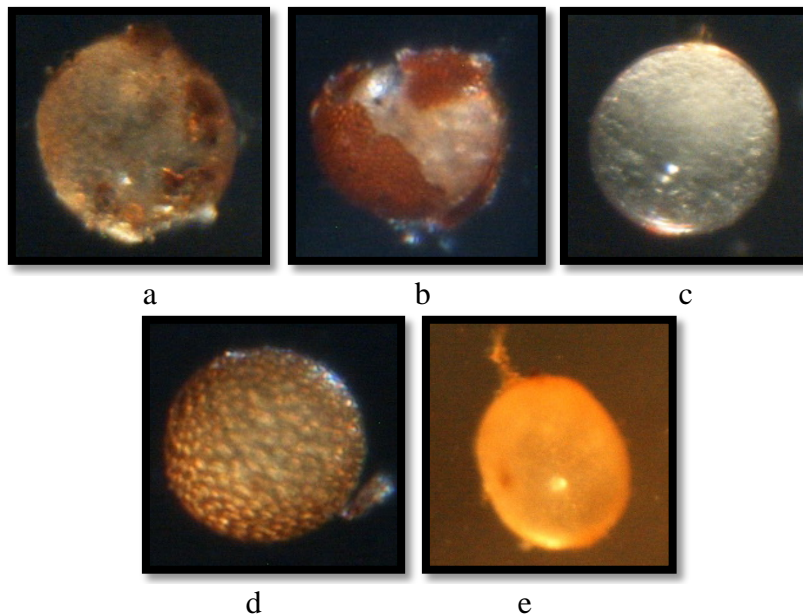
Ciri-ciri Morfologi *Acaulospora*

Spora yang ditemukan berbentuk bulat, dengan ukuran diameter spora 200-240 μm , tidak ditemukan dudukan hifa, memiliki *cicatrix*, spora berwarna oranye kecoklatan (Gambar 1.a) hingga merah tua kecoklatan (Gambar 1.b). Menurut INVAM (2013) Spora *Acaulospora* berbentuk bulat, agak bulat, tidak beraturan, hingga lonjong. Warna spora saat muda berwarna *hyaline* dan berwarna coklat kemerahan setelah matang. Dinding spora terdiri dari tiga lapisan dan memiliki *cicatrix*. Ukuran diameter spora berkisar 80-380 μm .

Ciri-ciri Morfologi *Glomus*

Spora berbentuk bulat, dengan ukuran diameter spora 105-145 μm , memiliki dudukan hifa, permukaan spora halus tanpa ornamen, spora berwarna putih (Gambar 1.c) dan kecoklatan (Gambar 1.d). Menurut INVAM (2013) Spora *Glomus* berbentuk bulat, agak bulat, maupun agak lonjong, memiliki beberapa lapis dinding spora. Warna spora genus *Glomus* bervariasi transparan (*hyaline*), putih, kuning kecoklatan,

coklat kekuningan, coklat muda, hingga coklat tua kehitaman, memiliki hifa penyangga (*subtending hyphae*) dan memiliki ukuran diameter spora 80-320 μm .



Gambar 1. Spora MVA pada Rhizosfer Tanaman Lamtoro. a,b : *Acaulospora*; c,d : *Glomus*, dan e : *Scutellospora* (Perbesaran 100 kali)

Ciri-ciri Morfologi *Scutellospora*

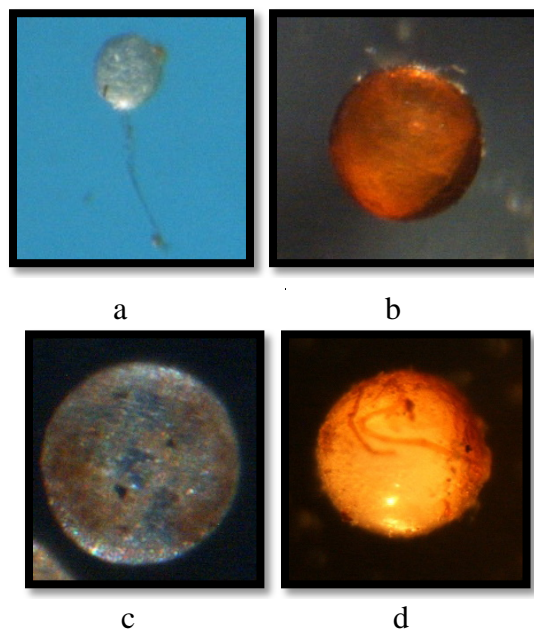
Spora berbentuk bulat, tidak memiliki hifa penyangga, permukaan spora halus, memiliki *germination shield*, ukuran diameter spora 180 μm , dan memiliki spora berwarna kuning kecoklatan (Gambar 1.e). Menurut INVAM (2013) *Scutellospora* memiliki bentuk spora bulat, agak bulat, lonjong, dan terkadang tidak beraturan dengan warna dinding spora kuning hingga kecoklatan. Genus *Scutellospora* memiliki lapisan kecambah yang disebut *germination shield*. *Scutellospora* memiliki ukuran spora 120-400 μm .

3.1.2 Morfologi Spora MVA pada Rhizosfer Tanaman Kaliandra

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap spora mikoriza pada rhizosfer tanaman kaliandra diperoleh dua genus mikoriza yang menyerupai *Acaulospora* sebanyak 70 spora, dan *Glomus* sebanyak 29 spora (Tabel 1).

Ciri-ciri Morfologi *Glomus*

Spora berbentuk bulat, ukuran diameter spora 100 μm , permukaan spora halus tanpa ornament, spora berwarna putih (Gambar 2.a). Menurut INVAM (2013) Spora *Glomus* berbentuk bulat, agak bulat, maupun agak lonjong, memiliki beberapa lapis dinding spora. Warna spora genus *Glomus* bervariasi transparan (*hyaline*), putih, kuning kecoklatan, coklat kekuningan, coklat muda, hingga coklat tua kehitaman, memiliki hifa penyangga (*subtending hyphae*) dan memiliki ukuran diameter spora 80-320 μm .



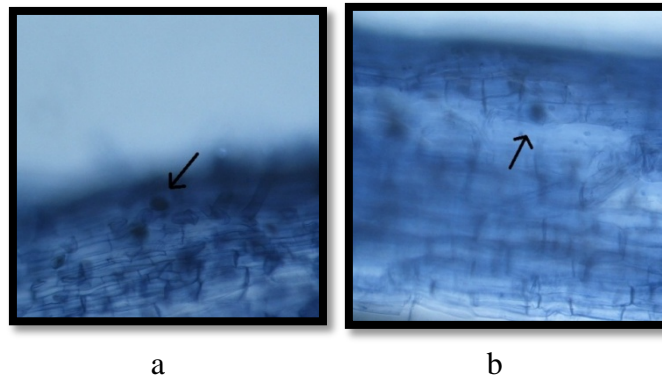
Gambar 2. Spora MVA pada Rhizosfer Tanaman Kaliandra. a : *Glomus* dan b,c,d : *Acaulospora* (Perbesaran 100 kali)

Ciri-ciri Morfologi *Acaulospora*

Spora yang ditemukan berbentuk bulat, ukuran diameter spora 110-180 μm , tidak ditemukan kedudukan hifa, memiliki *cicatrix*, spora berwarna oranye kemerahan (Gambar 2.b), berwarna *hyaline* (Gambar 2.c), dan berwarna oranye kecoklatan (Gambar 2.d). Menurut INVAM (2013) Spora *Acaulospora* berbentuk bulat, agak bulat, tidak beraturan, hingga lonjong. Warna spora saat muda berwarna *hyaline* dan berwarna coklat kemerahan setelah matang. Dinding spora terdiri dari tiga lapisan dan memiliki *cicatrix*. Ukuran diameter spora berkisar 80-380 μm .

3.2 Kolonisasi MVA pada Akar Tanaman

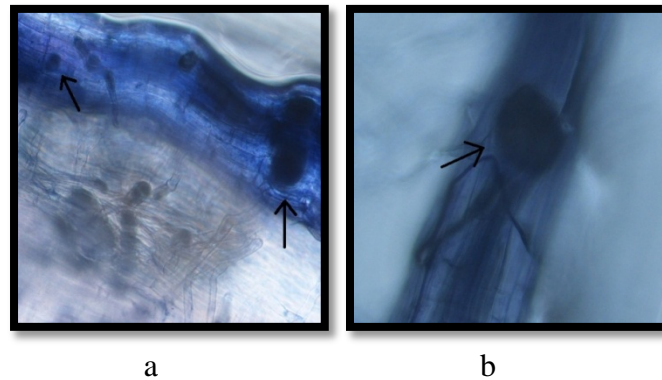
Kolonisasi MVA pada rhizosfer tanaman lamtoro dan kaliandra dihitung dengan cara menghitung potongan akar yang terinfeksi oleh struktur spesifik yang dibentuk oleh MVA menggunakan Metode Slide (Brundrett *et al.*, 1996) yang diamati menggunakan mikroskop compound. Struktur spesifik yang dibentuk MVA tersebut adalah arbuskula dan vesikula. Arbuskula merupakan struktur hifa yang berfungsi sebagai tempat pertukaran nutrisi antara tanaman simbion dengan mikoriza sedangkan vesikula adalah suatu struktur berbentuk bulat hingga lonjong, mengandung cairan lemak, yang berfungsi sebagai organ penyimpanan makanan atau berkembang menjadi klamidospora, yang berfungsi sebagai organ reproduksi dan struktur alat untuk mempertahankan kehidupan cendawan.



Gambar 3. Struktur MVA pada Perakaran Tanaman Berupa Vesikula (Tanda : ↑)
a. Tanaman Lamtoro; b. Tanaman Kaliandra (Perbesaran 100 kali)

Setelah dilakukan proses pewarnaan (*staining*) pada akar tanaman lamtoro, kaliandra dan jagung ditemukan struktur spesifik MVA yaitu vesikula. Selain ditemukannya vesikula pada akar tanaman lamtoro dan kaliandra ditemukan juga spora yang mengkolonisasi jaringan akar tanaman jagung yang disebut spora dalam (*inner spore*) (Gambar 4). Proses pewarnaan akar (*staining*) pada akar tanaman lamtoro, kaliandra dan jagung arbuskula tidak dapat ditemukan, hal ini disebabkan oleh arbuskula yang bersifat labil dalam jaringan akar tanaman dan hanya bertahan selama kurang lebih 2 minggu setelah mengkolonisasi jaringan akar, dan selanjutnya arbuskula akan terdegradasi oleh sitoplasma tanaman.

Berdasarkan hasil pengamatan infeksi MVA ditemukan struktur MVA pada perakaran tanaman lamtoro dan kaliandra berupa vesikula (Gambar 3). Vesikula tersebut terdapat pada 2 sampel akar dari 10 sampel akar yang diamati. Persentase kolonisasi MVA yang diperoleh pada akar tanaman lamtoro dan kaliandra adalah sebesar 20%. Ditemukan struktur MVA berupa vesikula dan *inner spora* pada tanaman simbion jagung dengan MVA asal tanaman lamtoro (Gambar 4), terdapat 6 sampel akar dari 10 sampel akar yang diamati. Persentase kolonisasi MVA yang diperoleh pada akar tanaman jagung adalah sebesar 60%. Sedangkan pada tanaman simbion jagung dengan MVA asal tanaman kaliandra (Gambar 4), ditemukan struktur MVA berupa vesikula dan *inner spora*, terdapat 7 sampel akar dari 10 sampel akar yang diamati. Persentase kolonisasi MVA yang diperoleh pada akar tanaman jagung adalah sebesar 70%.



Gambar 4. Struktur MVA pada Perakaran Tanaman Jagung Berupa Vesikula dan *Inner spora* (Tanda : ↑) a. MVA Asal Tanaman Lamtoro, b. MVA Asal Tanaman Kaliandra (Perbesaran 100 kali)

Hasil pengamatan pada jaringan akar lamtoro, kaliandra dan jagung menunjukkan adanya persentase kolonisasi (Tabel 2). Kolonisasi pada tanaman jagung setelah perbanyakan dengan MVA asal tanaman lamtoro memiliki persentase kolonisasi sebesar 60%, sedangkan MVA asal tanaman kaliandra memiliki persentase kolonisasi sebesar 70%. Data tersebut menunjukkan bahwa jagung dapat menjadi tanaman simbiosis yang baik untuk perbanyakan MVA. Hal ini disebabkan tanaman jagung memiliki sistem perakaran yang banyak, halus, memiliki daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, mempunyai pertumbuhan yang relatif lebih cepat dan mudah bagi mikroorganisme untuk berkembang disana termasuk MVA.

Media tanam zeolit dan tanaman simbiosis jagung menunjukkan hasil yang positif pada persentase kolonisasi maupun pada tingkat populasi spora MVA. Hal ini dapat disebabkan karena kedua perlakuan tersebut cocok untuk perkembangan MVA, selain itu kadar karbohidrat akar tanaman jagung yang umumnya relatif tinggi sehingga jumlah eksudat akar berupa gula tereduksi dan asam-asam amino meningkat, hal ini sesuai dengan pernyataan Prasetya dkk. (2012) yang menyatakan bahwa eksudat akar sebagai pemicu perkecambahan spora terutama senyawa flavonoid dari jenis flavonol yang berfungsi memicu pertumbuhan hifa MVA.

Tabel 2. Kolonisasi MVA pada Akar Tanaman Sampel (Lamtoro, Kaliandra) dan Jagung

Jenis tanaman	Kolonisasi MVA (%)	
	Pada tanaman sampel	Pada tanaman jagung
Lamtoro	20	60
Kaliandra	20	70

3.3 Perbanyakan Spora MVA dengan Media Zeolit

Perbanyakan spora mikoriza dilakukan selama delapan minggu dengan media zeolit. Perbanyakan ini menggunakan tanaman inang berupa bibit tanaman jagung berumur dua minggu. Pemilihan jagung sebagai tanaman simbiosis karena tanaman jagung merupakan *universal host* dari mikoriza, selain itu tanaman jagung memiliki tingkat infeksi kolonisasi mikoriza yang tinggi. Tanaman jagung adalah tanaman C4 memiliki adaptasi yang baik serta laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman lainnya. Selama perbanyakan berlangsung dilakukan pemeliharaan tanaman berupa penyiraman dan penyiangan. Setelah perbanyakan selama delapan minggu, dilakukan *stressing* selama dua minggu yang bertujuan untuk merangsang hifa membentuk spora akibat cekaman kekeringan. Jumlah spora MVA hasil perbanyakan pada tanaman jagung dalam media zeolit disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Spora MVA Hasil Perbanyakan pada Tanaman Jagung Dalam Media Zeolit

Jenis tanaman	Jumlah spora dalam 100 g media zeolit		Perbanyakan (x)
	Populasi awal	Populasi akhir	
Lamtoro	23	169	6,35
Kaliandra	23	176	6,65

Meningkatnya jumlah spora MVA pada metode perbanyakan *trapping culture* dengan tanaman simbiosis jagung menunjukkan bahwa zeolit dapat menjadi media yang baik bagi pertumbuhan spora MVA, hal ini dikarenakan zeolit memiliki struktur yang sesuai bagi perkembangan spora MVA, mampu mengikat dan mempertahankan kandungan hara serta kadar air dalam tanah, dengan demikian dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara yang dapat digunakan oleh MVA untuk melakukan perkembangbiakan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengamatan pada rhizosfer tanaman lamtoro didapatkan spora sebanyak 94 spora dalam 100 g tanah yang terdiri dari tiga genus mikoriza yang menyerupai *Acaulospora* sebanyak 57 spora, *Glomus* sebanyak 32 spora dan *Scutellospora* sebanyak 5 spora, dengan kolonisasi MVA pada akar tanaman lamtoro sebesar 20%.
2. Hasil pengamatan pada rhizosfer tanaman kaliandra didapatkan spora sebanyak 99 spora dalam 100 g tanah yang terdiri dari dua genus mikoriza yang

menyerupai *Acaulospora* sebanyak 70 spora, dan *Glomus* sebanyak 29 spora, dengan kolonisasi MVA pada akar tanaman kaliandra sebesar 20%.

3. Kolonisasi hasil perbanyakan MVA pada akar tanaman jagung asal tanaman lamtoro adalah 60% dan hasil perbanyakan MVA asal tanaman kaliandra adalah 70%.
4. Jumlah spora MVA hasil perbanyakan pada tanaman jagung dalam media zeolit asal tanaman lamtoro sebanyak 169 spora dengan perbanyakan masing-masing 6,35 kali dan asal tanaman kaliandra sebanyak 176 spora dengan perbanyakan masing-masing spora 6,65 kali.

4.2 *Saran*

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai identifikasi spora MVA sampai tingkat spesies secara molekuler agar hasil identifikasi spora lebih jelas. Penelitian seperti ini juga perlu dilakukan di lokasi lain dengan sampel yang berbeda mengingat sebaran dan keragaman MVA dimasing-masing lokasi berbeda-beda, serta perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berupa pengujian variasi media perbanyakan selain zeolit dan simbion jagung untuk menguji keefektifan media dan simbion sebagai media perbanyakan MVA.

Daftar Pustaka

- Bianciotto, V. D. Palazzo and P. Bonfante-Fasolo. 1989. Germination process and hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Alionia*.
- Brundrett, M., N. Bougher., B. Dell, T. Grove dan N. Malajczuk. 1996. *Working with mychorizas in forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph. Canberra.
- INVAM. 2013. International cultur collection of (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi. <http://invam.caf.wvu.edu/Mycinfo/Taxonomy/classification.htm>. Diakses 15 Juli 2014.
- Mosse, B. 1981. Vesicular-Arbuskular Mycorrhiza for Tropical Agriculture. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii. 82 p.
- Prasetya, D., Tri, S.H., dan Octavia, T. 2012. Efektivitas Media dan Tanaman Inang untuk Perbanyakan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). Fakultas MIPA Universitas Pakuan. Bogor.
- Smith, S.E., and D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd ed. Academic Press. San Diego, USA.
- Subiksa, I. G. M. 2002. Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis. *Makalah Program PPS IPB*. Bogor.