

## Eksplorasi Fungi Mikoriza Arbuskular Asal Rizosfer Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea* L.) pada Beragam Daerah Bekas Likuifaksi

### *Exploration of Arbuscular Mycorrhizal Fungi From The Rhizosphere of Biduri Plants (Calotropis gigantean L.) in Various Former Liquefaction Areas*

Iskandar<sup>1\*</sup>, Rahmi<sup>1</sup>, Usman Ibnu A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.

\*corresponding author, email: [iskandarlapanjang@gmail.com](mailto:iskandarlapanjang@gmail.com)

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan kepadatan FMA pada beberapa rizosfer di lokasi bekas likuifaksi dan membandingkan tingkat kolonisasi pada kacang ruji (*Puraria javanica*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Desember 2022. Eksplorasi FMA dilaksanakan dilima lokasi berbeda, sedangkan untuk kultur trapping dilakukan di Screen house yang bertempat di Tondo kecamatan Mantikole, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Penelitian ini menggunakan Rancang Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan yaitu (S<sub>0</sub>) Dolo, (S<sub>1</sub>) Petobo, (S<sub>2</sub>) Lolu, (S<sub>3</sub>) Jonooge dan (S<sub>4</sub>) Sidera sebanyak 5x ulangan, serta setiap satuan percobaan terdiri dari 4 pot tanaman, sehingga total tanaman adalah 5x5x4 = 100 pot tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman FMA sebelum dan sesudah kultur trapping menunjukkan peningkatan dari 14,60-28,60 spora menjadi 39,80-48,80 spora per 10g tanah. pengelompokan jenis FMA menunjukkan 4 kelompok warna yaitu: warna hitam, kuning, coklat dan bening. Tinggi tanaman terbaik terdapat pada sumber inokulum yang berasal dari perlakuan (S<sub>2</sub>) Lolu dan terendah pada perlakuan (S<sub>0</sub>) Dolo, demikian pula dengan berat basah dan berat kering. Sedangkan nilai persentase kolonisasi akar di temukan perbedaan pada setiap perlakuan, terutama pada perlakuan (S<sub>4</sub>) Sidera memiliki tingkat kolonisasi paling tinggi.

**Kata kunci:** eksplorasi; fungi\_mikoriza; tanaman\_biduri; likuifaksi

#### ABSTRACT

This study aims to determine the type and density of FMA in several rhizospheres at former liquefaction sites and to compare the degree of colonization on the common peanut (*Puraria javanica*). This research was conducted from June to December 2022. FMA exploration was carried out in five different locations, while for culture trapping it was carried out at the Screen house which is located in Tondo, Mantikole sub-district, Palu City, Central Sulawesi. This study used a randomized block design (RBD) with 5 treatments, namely (S<sub>0</sub>) Dolo, (S<sub>1</sub>) Petobo, (S<sub>2</sub>) Lolu, (S<sub>3</sub>) Jonooge and (S<sub>4</sub>) Sidera with 5 replications, and each experimental unit consisted of 4 plant pots, so the total plants are 5x5x4 = 100 plant pots. The results showed that the diversity of FMA before and after trapping culture showed an increase from 14.60-28.60 spores to 39.80-48.80 spores per 10g of soil. FMA species groupings showed 4 color groups namely: black, yellow, brown and clear. The best plant height was found in the inoculum source from the (S<sub>2</sub>) Lolu treatment and the lowest was from the Dolo (S<sub>0</sub>) treatment, as well as the fresh weight and dry weight. While the percentage value of root colonization was found to be different in each treatment, especially in treatment (S<sub>4</sub>) Sidera had the highest colonization rate.

**Keywords:** exploration; mycorrhizal\_fungi; biduri\_plants; liquefaction

## PENDAHULUAN

Mikoriza di kenal dengan jamur akar karena habitatnya berada di daerah perakaran (*rizosfer*). Mikoriza berasal dari dua suku kata yaitu *mykes/miko* (jamur/cendawan) dan *riza* (akar) sehingga biasa juga di katakan sebagai jamur akar (Syib'li, 2008).

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) hidup di dalam tanah dan tergolong endomikoriza. Mikoriza memiliki struktur hifa yang disebut arbuskular yang berfungsi sebagai tempat kontak dan transfer hara mineral antar mikoriza dan tanaman inangnya pada jaringan korteks akar. Mikoriza terbentuk karena adanya simbiosis mutualisme antara fungi dengan sistem akar tumbuhan. Adapun manfaat mikoriza bagi inangnya adalah meningkatkan penyerapan unsur hara dari tanah (Herawati, *et al.*, 2021).

Keanekaragaman dan penyebaran mikoriza sangat bervariasi, hal ini disebabkan karena kondisi lingkungan yang bervariasi. Faktor lingkungan tersebut yang mempengaruhi sebaran FMA yaitu struktur tanah, unsur hara P, N dalam tanah kandungan C organik, air, pH, dan suhu tanah (Hartoyo, *et al.*, 2011).

Perbedaan lokasi dan rizosfer juga menyebabkan menyebabkan keanekaragaman spesies dan populasi FMA, selain itu semua FMA tidak mempunyai sifat morfologi yang sama, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui identitasnya (Budi, 2009 dalam Hartoyo, *et al.*, 2011).

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

Hampir sekitar 80% spesies tanaman yang ada di alam berinteraksi atau bersimbiosis dengan mikoriza. Bentuk simbiosisnya terjadi pertukaran antara hara dan karbohidrat, terjadinya simbiosis ini saling menguntungkan yang dimana mikoriza memperoleh karbohidrat dan unsur pertumbuhan lain dari tanaman inang, sebaliknya mikoriza memberi keuntungan pada tanaman inang dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara P (Husnah, *et al.*, 2007).

Pemilihan media pembawa merupakan aspek yang paling penting untuk memerangkap fungi mikoriza arbuskular (Menge, 2004). Media yang biasa dijadikan sebagai tempat tumbuh fungi mikoriza arbuskular dapat berupa pasir, tanah beragregat liat, gambut, dan zeolite (Simanungkalit, 2003).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Desember 2022. Eksplorasi FMA dilaksanakan di lima lokasi berbeda yaitu satu daerah tidak terdampak likuifaksi Dolo dan empat daerah bekas likuifaksi yaitu Desa Petobo, Lolu, Jonooge dan Sidera. Isolasi FMA dilakukan di laboratorium Agronomi, sedangkan untuk kultur trapping dilakukan di Screen house yang bertempat di Tondo kecamatan Mantikole, Kota Palu, Sulawesi Tengah.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat tulis, linggis, parang, pot tanaman, bambu, timbangan analitik, sentrifuge, kamera digital, plastik zip, kompas, kertas label, mikroskop, gelas objek, tabung sentrifuge, botol kaca, gelas plastik, tabung reaksi, cawan petri, kertas saring, gunting, plastik bening, sendok, saringan ukuran 200 $\mu$ m, 125 $\mu$ m dan 65 $\mu$ m, gelas, gelas ukur, labu semprot, corong, pinset, tusuk sate atau jarum, oven, paku, solder, dandang dan gembor.

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah yang berasal dari rizosfer tanaman biduri dari desa Dolo, Petobo, Lolu, Jonooge dan Sidera, aquades, polyvinyl lacto glycerol (PVLG), tryplan blue, zeolite, tanaman inang, KOH, HCL, dan, tissue.

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan 5 perlakuan yaitu ( $S_0$ ) Dolo, ( $S_1$ ) Petobo, ( $S_2$ ) Lolu, ( $S_3$ ) Jonooge dan ( $S_4$ ) Sidera sebanyak 5x ulangan, serta setiap satuan percobaan terdiri dari 4 pot tanaman, sehingga total tanaman adalah  $5 \times 5 \times 4 = 100$  pot tanaman.

Beberapa tahap yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian yaitu: Pengambilan sampel tanah, Persiapan benih kacang ruji, Pemerangkapan, Isolasi FMA, Identifikasi FMA dan Pengamatan kolonisasi FMA pada akar.

Variabel yang diamati meliputi; Jumlah spora per 10 g tanah, Jumlah warna spora per 10 g tanah, Kolonisasi spora pada akar tanaman, Tinggi tanaman dan Berat basah dan berat kering tanaman.

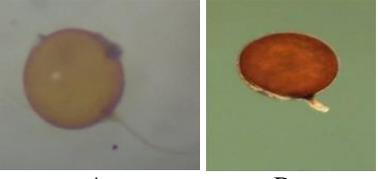
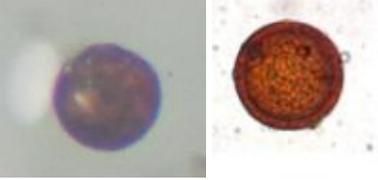
**Analisis Data.** Data FMA yang diperoleh dari sebelum dilakukannya kultur dan sesudah dilakukan kultur trapping dihitung berdasarkan jumlah spora dan warnanya, serta kolonisasi infeksi akar dihitung menggunakan rumus infeksi akar, kemudian data parameter lainnya yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Hasil analisis keragaman yang menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Deskripsi dan klasifikasi spesies FMA di Rizosfer Tanaman Biduri pada Lokasi Bekas Likuifaksi.

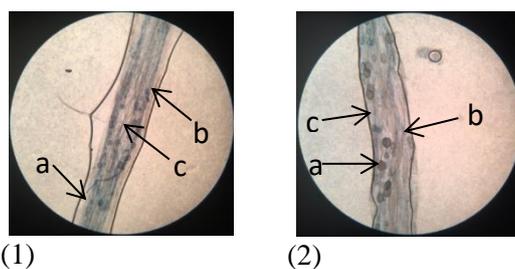
*Scutellospora* sp. adalah spesies mikoriza yang termasuk dalam famili *Gigasporaceae*. Spesies *Scutellospora* sp. yang ditemukan di Rizosfer Tanaman Biduri pada Lokasi Bekas Likuifaksi. Adapaun Klasifikasi *Scutellospora* sp. Menurut Hernan Javier Monroy L, *et al.*, (2013) Kingdom: Fungi; Divisi: *Zygomycota*; Kelas: *Glomeromycetes*; Ordo: *Glomeromycota*; Family: *Gigasporaceae*; Genus: *Scutellospora*; Spesies: *Scutellospora* sp. Berdasarkan karakteristik morfologinya, spora jenis *Scutellospora* sp. merupakan spora berwarna hyaline (trasparan atau tidak berwarna), sedikit kuning. Berbentuk subglobus. Berukuran 94,72-97,27  $\mu$ m.

Tabel 1. Deskripsi dan Klasifikasi spesies FMA.

No	Jenis spora	Karakter Morfologi
1	<p><i>Gigaspora Sp 1.</i></p>  <p>A B</p>	<p>Spora berbentuk subglobus (setengah membulat), berwarna hyaline sedikit kuning permukaan dinding spora relative halus serta terdapat hifa yang menempel. (Gambar A: Hasil Pengamatan, B oleh: Hernan Javier Monroy L, <i>et al.</i>, 2013).</p>
2	<p><i>Glomus Sp1</i></p>  <p>A B</p>	<p>Spora berbentuk bulat, berwarna kuning tua permukaan dinding spora relatif halus, tampak berkilau dan memiliki hifa. (Gambar A: Hasil Pengamatan, B oleh: Romauli Theresia Naiggolan, <i>et al.</i>, 2014).</p>
3	<p><i>Glomus Sp 2</i></p>  <p>A B</p>	<p>Spora berbentuk globular (bulat atau hampir bulat), memiliki dudukan hifa berwarna coklat, permukaan spora halus tanpa ornament dinding spora berwarna coklat, dan spora berwarna orange kecoklatan. (Gambar A: Hasil Pengamatan, B oleh: Hernan Javier Monroy L. 2013).</p>
4	<p><i>Glomus Sp 3.</i></p>  <p>A B</p>	<p>Spora berbentuk bulat dengan permukaan dinding spora relatif kasar, spora yang ditemukan berwarna hitam, namun tidak terdapat hifa yang menempel. (Gambar A: Hasil Pengamatan, B oleh: Puspita, <i>et al.</i>, 2012).</p>

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan hasil identifikasi menunjukkan 2 jenis FMA yang ditemukan berbeda di antaranya Golomus dan Gigaspora. Tipe dan karakteristik spora yang ditemukan mempunyai berbagai perbedaan mulai dari bentuk ornamennya, warna, tekstur maupun ukuran spora. Dari hasil identifikasi spora yang dilakukan jenis *Glomus* dominan di jumpai. Fungi mikoriza arbuskular yang ditemukan dirizosfer tanaman biduri menunjukkan karakter morfologi yang tidak sama, jumlah spora yang ditemukan dari masing-masing genus tidak sama. ini menunjukkan bahwa setiap genus memiliki tingkat kesesuaian yang barbe. Dari kedua genus tersebut *Glomus* jumlah sporanya lebih banyak dibandingkan dengan *Gigasora*. Ini artinya *Glomus* lebih mampu

beradaptasi dan memperbanyak diri dibandingkan dengan gigaspora. Junis genius FMA yang hidup pada rizosfer tanaman ditentukan oleh faktor lingkungan, iklim dan penggunaan lahan. Genius glomus mempunyai distribusi penyebaran yang sangat luas. Penyebaran yang luas berhubungan dengan keanekaragaman Glomus yang sangat tinggi. (Uhlmann et al, 2006).



Gambar 2. (1) Infeksi FMA pada akar kacang ruji. a. vasikular; b. arbuskular; c. hifa. (2) a. vasikular; b. arbuskular; c. hifa.

Hasil pengamatan perwarnaan akar pada akar tanaman kacang ruji menunjukkan adanya struktur berbentuk bulat yang disebut vasikular, sedangkan pada arbuskular adalah struktur hifa yang bercabang-cabang yang mirip hutorium (membentuk pola dikotom). Struktur ini mulai terbentuk 2-3 hari setelah infeksi dengan penetrasi cabang hifa berlatera yang dibentuk oleh hifa ekstraseluler ke dalam dinding sel inang. Arbuskular merupakan struktur FMA yang bersifat tidak konsisten di alam akar tanaman, sifat kelabilan tersebut sangat tergantung pada metabolisme tanaman, bahkan makanan dan intensitas radiasi matahari (Arnold, 1980; Andreas, 2002).

Perkembangan kolonisasi FMA dimulai dengan pembentukan suatu apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari spora yang berkecambah. Apresorium tersebut masuk ke dalam akar melalui celah antar epidermis, kemudian membentuk hifa intraseluler disepanjang epidermis akar. Setelah proses itu berlangsung terbentuklah arbuskular dan vasikular (Rianto, 2004).

**Jumlah Spora per 10g Tanah.** Pengamatan jumlah spora diamati pada saat sebelum dan sesudah kultur trapping. Nilai rata-rata jumlah spora sebelum dan sesudah kultur trapping ditampilkan pada Tabel 2.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 2) menunjukkan bahwa pada jumlah spora sebelum kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 28,60 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 14,60 spora. Jumlah spora sesudah kultur trapping diperoleh nilai tertinggi yaitu pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 48,80 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 39,80 spora.

Tabel 2. Rata-rata Jumlah Spora per 10g Tanah.

Perlakuan	Jumlah Spora	
	Sebelum Kultur Trapping	Sesudah Kultur Trapping
S0 (Dolo)	28,40 <sup>b</sup>	48,40 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	14,60 <sup>a</sup>	39,80 <sup>a</sup>
S2 (Lolu)	16,60 <sup>ab</sup>	41,80 <sup>a</sup>
S3 (Jono Oge)	24,40 <sup>ab</sup>	42,60 <sup>a</sup>
S4 (Sidera)	28,60 <sup>b</sup>	48,80 <sup>a</sup>
BNJ 5%	12,95	22,52

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Warna Spora per 10g Tanah Sebelum Kultur Trapping.

Perlakuan	Jumlah Warna Spora			
	Hitam	Kuning	Bening	Coklat
S0 (Dolo)	11,60 <sup>a</sup>	12,40 <sup>b</sup>	0,80 <sup>a</sup>	3,60 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	8,00 <sup>a</sup>	3,80 <sup>ab</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>
S2 (Lolu)	8,40 <sup>a</sup>	3,60 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	4,60 <sup>a</sup>
S3 (Jono Oge)	9,60 <sup>a</sup>	10,60 <sup>ab</sup>	0,00 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>
S4 (Sidera)	14,00 <sup>a</sup>	10,20 <sup>ab</sup>	0,00 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>
BNJ 5%	7,57	8,58	2,02	6,33

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Berdasarkan Warna Spora per 10g Tanah Sesudah Kultur Trapping.

Perlakuan	Jumlah Warna Spora			
	Hitam	Kuning	Bening	Coklat
S0 (Dolo)	21,00 <sup>ab</sup>	14,80 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	10,80 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	12,00 <sup>a</sup>	17,20 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	7,80 <sup>a</sup>
S2 (Lolu)	22,80 <sup>ab</sup>	11,20 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	7,60 <sup>a</sup>
S3 (Jono Oge)	19,00 <sup>ab</sup>	12,60 <sup>a</sup>	0,80 <sup>a</sup>	10,20 <sup>a</sup>
S4 (Sidera)	30,80 <sup>b</sup>	7,20 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,20 <sup>a</sup>
BNJ 5%	12,68	11,26	5,91	13,30

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf nyata 5%.

**Jumlah Berdasarkan Warna Spora per 10g Tanah.** Pengamatan jumlah berdasarkan warna spora diamati pada saat sebelum dan sesudah kultur trapping. Nilai rata-rata jumlah warna spora sebelum kultur trapping pada Tabel 3 dan sesudah kultur trapping ditampilkan pada Tabel 4.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 3) menunjukkan bahwa pada jumlah spora berwarna hitam sebelum kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 14,00 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 8,00 spora. Pada jumlah spora berwarna kuning sebelum kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 12,40 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 3,60 spora. Pada jumlah spora berwarna bening sebelum kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 1,00 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S2, S3 dan S4 yaitu 0,00 spora. Pada jumlah spora berwarna coklat sebelum kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 4,60 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 1,80 spora.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 4) menunjukkan bahwa pada jumlah spora berwarna hitam setelah kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 30,80 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 12,00 spora. Pada jumlah spora berwarna kuning setelah kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S1 (Petobo) yaitu 17,20 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 7,20 spora. Pada jumlah spora berwarna bening setelah kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 5,60 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 0,20 spora. Pada jumlah spora berwarna coklat setelah kultur trapping diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 10,80 spora, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 5,20 spora.

**Kolonisasai FMA pada Akar Tanaman.** Pengamatan kolonisasi infeksi pada akar tanaman kacang ruji diamati pada saat tanaman berusia 10 MST. Nilai rata-rata kolonisasi infeksi pada akar tanaman kacang ruji ditampilkan pada Tabel 5.

Hasil uji BNJ 5% (Tabel 5) menunjukkan bahwa kolonisasi infeksi spora pada akar tanaman kacang ruji diperoleh nilai tertinggi terdapat pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 80,00% sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 34,00%.

**Tinggi Tanaman.** Pengamatan tinggi tanaman kacang ruji diamati pada saat tanaman berusia 2 MST, 4 MST, 6 MST, 8 MST dan 10 MST. Nilai rata-rata tinggi tanaman ditampilkan pada Tabel 6. Hasil uji BNJ 5% (Tabel 6) menunjukkan bahwa pada pengamatan tinggi tanaman 2 MST diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 6,55 cm, sedangkan data terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 4,76 cm. Pada pengamatan tinggi tanaman 4 MST diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 11,88 cm, sedangkan data terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 7,05 cm. Pada pengamatan tinggi tanaman 6 MST diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S4 (Sidera) yaitu 21,30 cm, sedangkan data terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 10,04 cm. Pada pengamatan tinggi tanaman 8 MST diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 49,03 cm, sedangkan data terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 12,47 cm. Pada pengamatan tinggi tanaman 10 MST diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 65,31 cm, sedangkan data terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 14,94 cm.

Tabel 5. Rata-rata Kolonisasi infeksi Spora pada Akar Tanaman Kacang Ruji (%).

Perlakuan	Spora
S0 (Dolo)	34,00 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	62,65 <sup>ab</sup>
S2 (Lolu)	57,24 <sup>ab</sup>
S3 (Jono Oge)	51,73 <sup>ab</sup>
S4 (Sidera)	80,00 <sup>b</sup>
BNJ 5%	30,06

Tabel 6. Rata-rata Tinggi Tanaman Kacang Ruji pada Berbagai Umur.

Perlakuan	Rata-Rata (cm)				
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST	10 MST
S0 (Dolo)	4,76 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	10,04 <sup>a</sup>	12,47 <sup>a</sup>	14,94 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	6,48 <sup>b</sup>	9,01 <sup>ab</sup>	14,13 <sup>ab</sup>	16,51 <sup>ab</sup>	25,51 <sup>ab</sup>
S2 (Lolu)	6,41 <sup>b</sup>	11,70 <sup>b</sup>	21,28 <sup>b</sup>	49,03 <sup>b</sup>	65,31 <sup>b</sup>
S3 (Jono Oge)	6,24 <sup>b</sup>	10,80 <sup>b</sup>	20,58 <sup>b</sup>	30,16 <sup>ab</sup>	60,61 <sup>b</sup>
S4 (Sidera)	6,55 <sup>b</sup>	11,88 <sup>b</sup>	21,30 <sup>b</sup>	34,25 <sup>ab</sup>	52,26 <sup>b</sup>
BNJ 5%	1,13	2,13	5,05	22,51	25,67

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Tabel 7. Rata-rata Berat Basah dan Berat Kering Tanaman.

Perlakuan	Rata-Rata (g)	
	Berat Basah	Berat Kering
S0 (Dolo)	4,59 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>
S1 (Petobo)	6,24 <sup>ab</sup>	1,57 <sup>ab</sup>
S2 (Lolu)	9,30 <sup>b</sup>	2,56 <sup>b</sup>
S3 (Jono Oge)	7,94 <sup>b</sup>	1,91 <sup>ab</sup>
S4 (Sidera)	8,89 <sup>b</sup>	2,48 <sup>b</sup>
BNJ 5%	2,38	1,03

Keterangan: Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji BNJ pada taraf nyata 5%.

**Berat Basah dan Berat Kering Tanaman.** Nilai rata-rata berat basah dan berat kering tanaman ditampilkan pada Tabel 7. Hasil uji BNJ 5% (Tabel 7) menunjukkan bahwa pada pengamatan berat basah tanaman kacang ruji diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 9,30 gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 4,59 gram. Pada pengamatan berat kering tanaman kacang ruji diperoleh data tertinggi yaitu pada perlakuan S2 (Lolu) yaitu 2,56 gram, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan S0 (Dolo) yaitu 1,08 gram.

Jenis keragaman FMA yang ditemukan di rizosfer tanaman biduri pada daerah likuifaksi terdiri dari 2 Genus yaitu, Genus *Gigaspora* memiliki ciri khas antara lain yaitu spora dihasilkan secara tunggal di dalam tanah, tidak memiliki lapisan dinding spora dalam, terdapat *bulbous suspensor*, berbentuk globose atau sub-globose berwarna krem hingga kuning. (Miska, *et al.*, 2017).

Genus *Glomus*, genus ini memiliki ciri khas yaitu terdapat *hypal attachment* yang tidak ditemukan pada genus lainnya. Sporanya terbentuk secara tunggal ataupun berpasangan dua pada terminal hifa nongametangium yang tidak berdiferensiasi dala *sporocarp*. Pada saat dewasa spora dipisahkan dari hifa pelekak oleh sebuah sekat. spora terbentuk globus, sub-globus, ovoid, dan obovoid. Berwarna kuning, merah kecoklatan, coklat, dan hitam, memiliki 1-2 dinding spora (INVAM, 2013).

Jumlah spora yang ditemukan sangat bervariasi (Tabel 3 dan 4) sesuai dengan pernyataan Widistuti dan Kramadibarata (1983), bahwa pada setiap lokasi yang berbeda jenis mikoriza dan populasinya bisa berbeda (Very warouw, *at al.*, 2010). keberagaman FMA dapat dipengaruhi oleh tanaman inangnya dan juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembaban tanah, kandungan fosfor dan nitrogen (Power, *et al.*, 1984).

Pada sifat fisik tanah pada daerah yang terdampak likuifaksi memiliki struktur tanah yang tergolong lempung hingga pasir berlempung, hal ini sesuai dengan pernyataan Puspitasari, *et al.*, (2012) bahwa tanah yang didominasi fraksi lempung (*clay*) merupakan kondisi yang sesuai untuk perkembangan *Glomous* sedangkan pada

tanah yang berpasir genus *Gigaspora* karena pori tanah terbentuk lebih besar sehingga pada keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar dibandingkan *Glomus*.

Salah satu tumbuhan yang banyak hidup di daerah likuifaksi adalah biduri, tanaman biduri kebanyakan berinteraksi dengan Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dari genus *Glomus*, akan tetapi juga dapat berinteraksi dengan genus *Gigaspora*. Menurut Ramadhan (2007) mengemukakan bahwa *Glomus* merupakan genus dari Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) selain *Gigaspora* yang mampu bertahan hidup di kawasan ekstrim atau kekurangan air. Di semua tempat pengambilan sampel pada rizosfer tanaman biduri rata-rata hampir semua berinteraksi dengan fungi mikoriza arbuskular (FMA) dari genus *Glomus* dan *Gigaspora*. Menurut (Ulfa, *et al.*, 2011), bahwa mikoriza jenis Gomus. Mampu menunjukkan eksistensinya untuk bertahan hidup dan berkembang di lingkungan yang terbentuk akibat penimbunan tanpa top soil. Hal ini di sebabkan karena di daerah likuifaksi merupakan kawasan yang di dominasi struktur tanah yang tergolong lempung hingga pasir berlempung dan efek dari likuifaksi pada struktur lapisan tanah serta cukup ekstrim atau kekurangan air yang sesuai dengan karakteristik dari kedua genus tersebut yaitu mampu bertahan hidup di lingkungan yang ekstrim atau kering.

Setiap tumbuhan akan berinteraksi dengan beraneka ragam jenis fungi mikoriza arbuskular (FMA). Tumbuhan biduri disetiap lokasi daerah likuifaksi hampir semua berinteraksi dengan berbagai macam spesies fungi mikoriza arbuskular (FMA) yaitu *Scutellospora* sp, *Glomus ambisporum*, *Glomus geosporum* dan *Gigaspora* sp. Adanya perbedaan jumlah fungi mikoriza arbuskular (FMA) bersimbiosis dengan setiap tumbuhan di daerah likuifaksi dan juga setelah di kultur trappingkan disebabkan karena setiap tumbuhan memiliki pertumbuhan akar yang berbeda. Semakin banyak perakaran dari suatu tumbuhan maka semakin banyak pula fungi mikoriza arbuskular yang bersimbiosis dengan tumbuhan tersebut. Sesuai dengan pernyataan Simanungkalit (2003), bahwa fungi mikoriza arbuskular (FMA) hidup bersimbiosis dengan tanaman inang yang responsive dan memiliki perakaran banyak. Setiap FMA memiliki kemampuan yang berbeda-beda untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Brundret, *et al.*, 1996).

Hasil pengamatan jumlah spora pada 5 inokulum tanah asal rizosfer biduri (*Calotropis gigantea* L.) menunjukkan bahwa rata-rata jumlah spora yang ditemukan sangat bervariasi yaitu dalam kisaran 14,40 - 28,60 per 10g tanah (Tabel 1). Siklus hidup FMA dimulai ketika propagul berupa spora dan hifa mengalami kontak dengan inang yang sesuai. Hifa akan melakukan penetrasi membentuk appresoria untuk masuk kedalam sel akar tanaman inang. Hifa FMA akan berkembang ekstensif di dalam ruang interseluler dalam korteks, membentuk hifa intraradikal, siklus ahir hifa akan membentuk organ pertahanan berupa spora (Smith and Read, 2008).

Hasil pengamatan setelah trapping menunjukkan bahwa jumlah spora mengalami peningkatan, yaitu dari kisaran 39,80 - 48,80 per 10g tanah. Peningkatan jumlah spora dikarenakan adanya perlakuan trapping yang bertujuan untuk menstimulasi sporulasi yang terdapat di dalam tanah yang berasal dari lapang. Setiap jenis FMA akan aktif pada periode waktu yang berbeda-beda, sebagian jenis FMA jumlahnya akan melimpah pada musim hujan sedangkan sebagian yang lain pada musim kemarau dan ada jenis FMA yang akan aktif sepanjang tahun (Oehl, *et al.*, 2009). Suharno, *et al.*, (2015) menambahkan penambahan peningkatan jumlah spora hasil trapping didukung dengan kondisi lingkungan rumah kaca yang terkontrol dan stabil, sehingga memberikan kesempatan spora yang diisolasi dari lapang yang belum berkecambah mengalami perkecambahan dan membentuk spora baru.

Pada penelitian ini masing-masing perlakuan menunjukkan jumlah spora yang bervariasi, namun terdapat perlakuan yang cenderung menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibanding perlakuan yang lain, yaitu (S4) sidera dengan jumlah kepadatan spora 48,80/g tanah. Kemudian pada perlakuan (S0) dolo dengan jumlah kepadatan spora 48,40/g tanah. Selanjutnya pada perlakuan (S3) sidera dengan jumlah 42,60/g tanah dan perlakuan (S2) lolu dengan jumlah spora yaitu 41,80/g tanah. Sedangkan populasi kepadatan terendah yaitu (S1) petobo dengan jumlah spora 39,80/g tanah. Perbedaan jumlah kepadatan spora berkaitan erat dengan bahan organik yang terkandung dalam tanah serta kecocokan tanaman inang, tanah bisa dikatakan mempunyai populasi spora yang tinggi apabila kepadatan spora mencapai 20 per gram tanah. Oehl, *et al.*, (2009) dalam Nusantara, *et al.*, (2012) menyatakan bahwa proses trapping yang pada dasarnya untuk menstimulasi sporulasi atau meningkatkan jumlah propagul FMA yang ada dalam tanah yang di ambil dari lapang. Hal tersebut perlu dilakukan karena tidak semua FMA yang aktif pada priode waktu yang sama. Sebagian FMA jumlahnya melimpah pada musim hujan, sebagian lain pada waktu musim kemarau, dan sebagian lain ada sepanjang tahun.

Kepadatan jumlah spora merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi infeksi mikoriza terhadap akar. Semakin banyak jumlah spora di dalam tanah maka kemungkinan akar tanaman terinfeksi mikoriza akan semakin banyak pula (Widiastuti, 2002). Seperti dinyatakan Rainiyati (2007) bahwa perbedaan kepadatan spora kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan (jenis tanah, hara tanaman, ketinggian tanpat, cahaya) dan musim pada saat pengambilan sampel tanah.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan menghasilkan beberapa jenis spora melalui proses penyaringan basah dan bertingkat kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x. Hasil isolasi dan identifikasi spora FMA sebelum dan sesudah kultur diperoleh tipe spora yang memiliki ciri bentuk warna spora yang berbeda-beda yang paling dominan yaitu warna hitam dan kuning. Berdasarkan karakteristik morfologi yang meliputi bentuk, ukuran, warna, dan tekstur permukaan spora. Dalam penelitian ini hanya mengidentifikasi warna spora yaitu di dapatkan warna spora hitam, kuning, coklat dan bening.

Berdasarkan jumlah spora pada rizosfer tanaman biduri (*Calotropis gigantea* L.) di beberapa daerah pengambilan sampel menunjukkan ada perbedaan sebaran. Hal ini diduga disebabkan pengaruh perbedaan tempat, keragaman tanaman dan kondisi lingkungan. Pada sampel (S0) Dolo dan (S3) Jono Oge di dominasi oleh spora berwarna kuning dan (S1) Petobo, (S2) Lolu, (S4) Sidera di dominasi oleh spora berwarna hitam kemudian diikuti dengan warna coklat dan bening.

Perbedaan kepadatan spora pada tanaman inang kacang ruji (*Pueraria Javanica*) dengan tanaman biduri (*Calotropis gigantea* L.) adalah kemungkinan adanya perbedaan eksudat yang dikeluarkan oleh kedua tanaman inang. Eksudat yang dikeluarkan akar akan mempengaruhi perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa FMA yaitu pembengkakan dan percabangan hifa (Giovannetti, *et al.*, 1993). Smith and Read (1997) menyatakan bahwa sporulasi dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman, aplikasi pemupukan dan intensitas cahaya serta musim pada saat pengambilan contoh tanah. Rendahnya kepadatan spora, kemungkinan juga disebabkan karena tanaman yang di tanaman secara monokultur (Setiadi, 2002).

Hasil pengamatan yang diperoleh setelah dilakukan perwarnaan pada akar tanaman kacang ruji (*Pueraria Javanica*) menunjukkan adanya struktur berwarna bulat yang di sebut vasikula dan arbuskular. Terlihatnya struktur-struktur tersebut menandakan bahwa terjadinya infeksi atau kolonisasi antara akar tanaman yang diamati dengan FMA. Infeksi fungi mikoriza arbuskula di pengaruhi oleh kepekaan inang terhadap infeksi, faktor iklim dan tanah tanaman kacang ruji (*Pueraria Javanica*). Intensitas ineksi FMA di pengaruhi berbagai macam faktor meliputi pemupukan, nutrisi tumbuhan, intensitas cahaya, iklim, dan kelembaban tanah. Perkembangan kolonisasi FMA dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang betasal dari spora yang berkecambah. Apresorium tersebut masuk kedalam akar melalui celah antara epidermis, kemudian membentuk hifa intraseluler di sepanjang epidermis akar. Setelah berlangsung terbentuklah arbuskular dan fasikular (Wirawan, 2014).

Pada hasil penelitian tinggi tanaman menunjukkan bahwa interaksi spora dari masing-masing sumber inokulum memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap tinggi tanaman, berat basah dan berat kering. Hal ini di sebabkan karna FMA yang dikulturkan merupakan spora yang dapat beradaptasi dengan baik dan dapat membantu tanaman dalam mengabil unsurhara yang dibutuhkan tanaman.

Berdasarkan kultur trapping spora, didapatkan bahwa terdapat peningkatan macam dari masing-masing jenis spora, atau dengan kata lain bahwa semua macam spora yang di kultur trappingkan mampu tumbuh dan berkembang. Hal tersebut didukung oleh terjadinya peningkatan kepadatan spora ketika di lakukan pemerangkapan spora dengan tanaman inang kacang ruji (*Pueraria Javanica*) di sreenhouse. Menurut Putri, *et al.*, 2016 menyatakan bahwa FMA yang dapat dengan mudah beradaptasi dengan baik dalam meningkatkan penyerapan unsur hara dalam tanah sehingga dapat membantu tanaman dalam pertumbuhan, serta memperbaiki nutrisi tanaman. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa interaksi antara spora dari masing-masing inokulum memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap tinggi tanaman, berat basah dan berat kering tanaman. Hal ini disebabkan karena FMA yang dikultur trappingkan merupakan spora yang dapat beradaptasi dengan baik dan dapat membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara. Pertumbuhan tinggi tanaman merupakan salah satu respon tanaman terhadap penyerapan unsurhara terutama unsur N. unsur hara N bagi tanaman berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman terutama dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman (Permatasari, *et al.*, 2014).

Menurut penelitian yang di lakukan oleh Prasasti, *et al.*, 2013 menyatakan bahwa seiring bertambahnya pemberian mikoriza bagi kacang tanah maka akan berpengaruh pula pada pertumbuhan tinggi tanaman.

Pemberian FMA pada tanaman akan memiliki kemampuan yang lebih unggul dalam penyerapan unsur hara dan merangsang tanaman dalam membentuk hormone pertumbuhan seperti sitokinin dan auksin. Penyerapan unsur hara yang baik dapat berpengaruh terhadap metabolisme tanaman sehingga pertumbuhan tanaman pada vase vegetatif tidak mengalami hambatan. Hasil kultur trapping dari ke lima sumber inokulum pada kacang ruji (*Pueraria Javanica*) melihat tingkat keefektifannya yang optimal dalam hal menyerap unsur hara dan air sehingga berdampak pada berat basah dan berat kering tanaman. Ketersediaan air mempengaruhi proses pembentukan organ tanaman seperti daun batang dan akar. Besarnya serapan air dalam jaringan tanaman akan berpengaruh terhadap berat basah tanaman (Prasasti, *et al.*, 2013; Putri, *et al.*, 2016). Muin *et al.*, (2002) menyatakan bahwa simbiosis tanaman dengan mikoriza mampu meningkatkan penyerapan unsur hara dan air sehingga meningkatkan laju proses fotosintesis.

Berat kering tanaman mencerminkan adanya akumulasi penyerapan bahan-bahan organik dan unsur hara yang dihasilkan pada saat fotosintesis. Menurut Simarmata (2005) hifa eksternal dari jamur mikoriza dapat meningkatkan zona perakaran pada daerah rizosfer sehingga pasokan hara menjadi lebih baik. Berat basah dan berat kering sejalan dengan pertumbuhan tinggi tanaman pada kultur trapping. Berat basah dan berat kering dipengaruhi oleh efektifitas mikoriza membentuk jalinan hifa yang berfungsi dalam penyerapan unsur hara dan air yang akan didistribusikan ke bagian batang dan daun. Menurut Idwar dan Ali (2000) inokulasi mikoriza sangat mempengaruhi berat kering dan berat basah tanaman karena jamur memiliki hifa yang dapat menyerap hara dan air menjadi lebih baik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan bahwa jenis dan jumlah FMA pada masing-masing lokasi yaitu Dolo spora hitam 12-21, kuning 12-15, bening 1-2, coklat 4-11. Petobo spora hitam 8-12, kuning 4-17, bening 1-3, coklat 2-8. Lolu spora hitam 8-23, kuning 4-11, bening 0-0, coklat 5-8. Jonooge spora hitam 10-19, kuning 11-13, bening 0-1, coklat 4-10. Sidera spora hitam 14-31, kuning 10-7, bening 0-6 coklat 4-5. Jumlah spora sebelum dan sesudah trapping mengalami peningkatan yaitu dari 15 - 30 spora/10g tanah menjadi 40 - 50 spora/10g tanah. Jenis spora yang didapatkan berdasarkan warna ada 4 jenis yaitu: Hitam, kuning, bening, dan cokelat. Tinggi tanaman, berat basah dan berat kering yang terbaik diperoleh pada perlakuan S2 (Lolu), nilai persentase kolonisasi akar terbaik terdapat pada perlakuan S4 (Sidera).

### DAFTAR PUSTAKA

- Hartoyo, B., M. Ghulamahdi, L.K. Darusman, S.A.Aziz, dan I. Mansur. 2011. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rizosfer Tanaman Pegaan (*Centellaasiatica* L) Urban. J. Litri 17 (1) : 32- 40.
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., & Rochmadtulloh, M. (2021). Pengaruh Aplikasi Mikoriza dan Bahan Pembenh terhadap Sifat Kimia dan Serapan Fosfor di Tanah Pasir. Soilrens, 18(2), 26–35. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i2.32074>.
- Hernan Javier Monroy L, Carmen Rosa Salamanca S., César Cano. 2013. Influencia de las coberturas en cultivos de cítricos sobre los hongosformadores de micorrizas arbusculares en Oxisoles del piedemonte llanero colombiano. Corpoca Cienc. Tecnol. Agropecu. Vol.14, No.1, hal: 59.
- Husna, F.D. Tuheteru dan Mahfudz. 2007. Aplikasi Mikoriza Untuk Memacu Pertumbuhan Jati di Muna. J. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan 5(1): 110-127
- Nusantara, A.P., Y H.Bertham, I. Mansur.2012. Bekerja Dengan Mikoriza. IPB Press. Bogor
- Permatasari, A., A. D. Permatasari, and T. Nurhidayati. 2014. Pengaruh Inokulan Bakteri Penambat Nitrogen, Bakteri Pelarut Fosfat dan Mikoriza Asal Desa Condro, Lumajang, Jawa Timur Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit. Jurnal Sains dan Seni ITS 3(2):E44-E48.
- Prasasti, O., O. H. Prasasti, and K. I. Purwani. 2013. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang Terinfeksi Patogen *Sclerotium rolfsii*. Jurnal Sains dan Seni ITS 2(2):E74-E78.

- Puspitasari, D., K.I. Purwani, dan A. Muhibuddin. 2012. Eksplorasi *vesicular arbuscular mycorrhiza* (VMA) indigenous pada lahan jagung di desa Torjun, Sampan Madura. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.1:19-22.
- Putri, A. O. T., B. Hadisutrisno, and A. Wibowo. 2016. Pengaruh Inokulasi Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Bibit Dan Intensitas Penyakit Bercak Daun Cengkeh. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 10(2):145-154.
- Rainiyati. 2007. Status dan keanekaragaman cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pisang raja angka dan potensi pemanfaatan untuk peningkatan produksi pisang asal kultur jaringan di kabupaten merangin. Jambi. Disertasi. Pascasarjana IPB. Bogor. 140
- Romauli Theresia Naiggolan, I Gede Putu Wirawan, and I Gede Ketut Susrama. 2014. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular Secara Mikroskopis pada Rhizosfer Tanaman Alang-Alang (*Imperata cylindrica* L.) di desa Sanur Kaja. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Issn: 2301-6515 Vol. 3, No.4
- Setiadi, Y. 2001. Peranan mikoriza arbuskula dalam reboisasi lahan kritis di Indonesia. makalah seminar penggunaan CMA dalam sistem pertanian organik dan rehabilitas lahan. Bandung. 21-23 April 2001.
- Smith SE, Read DJ. 2008. *Mycorrhizak Symbiosis*. London (GB). Academic Press.
- Smith, S.E. dan D.J. Read (1997). Vesicular arbuscular mycorrhizas: Growth and carbon economy of VA mycorrhizal plants. In *Mycorrhizal symbiosis*. 2nd ed. New York, Acad. Press.p.105- 125. <http://dasar2ilmu.tanah.blogspot.com>. Diakses tanggal 9 April 2015.
- Simanungkalit, R.D.M. 2003. Teknologi jamur Mikoriza Arbuskuler: Produksi inokulan dan pengawasan mutunya. Program dan Abstrak Seminar dan Pameran: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. 16 September 2003.
- Syib'li. M. A. 2008. Jati mikoriza, Sebuah Upaya Mengembalikan Eksistensi Hutan Dan Ekonomi Indonesia. Tersedia di <https://www.kabarindonesia.com> di akses pada tanggal 7 mei 2022
- Very warouw dan Reynold P. Kainde., "Populasi Jamur Mikoriza Arbuskular (MVA) Pada Zone Perakaran jatiid", *Jurnal Eugenia*, Vol. 16, No. 16, (April 2010), hal. 39.
- Wirawan G. 2014. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskular Secara Mikroskopis pada Rhizosfer Tanaman Alang-Alang. [Skripsi]. Bali: Universitas Udayana.