

POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR PADA RIZOSFIR TANAMAN LADA MONOKULTUR DAN POLIKULTUR

*Population and Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Rhizosphere of
Monoculture and Polyculture Black Pepper*

Oktafia Sari¹, Maria Viva Rini^{1*}, Rusdi Evizal², Agus Karyanto²

¹Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Lampung

²Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Lampung

Jln. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung 35141

*Correspondence email: maria.vivarini@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) adalah tipe fungi yang berasal dari golongan endomikoriza. Fungi ini memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman tingkat tinggi. Populasi dan keragaman FMA di alam dipengaruhi oleh faktor biotik dan faktor abiotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan populasi, keragaman serta jenis FMA yang dominan pada rizosfer lada yang ditanam secara monokultur dan lada polikultur. Tahap yang digunakan yaitu pertama pengambilan sampel tanah di kebun lada monokultur dan polikultur di Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus. Populasi FMA diuji dengan menggunakan uji *One way Anova*. Tahap kedua kultur traping menggunakan rancangan faktorial dengan faktor pertama asal sampel tanah (K) dan faktor kedua jenis tanaman inang (T), perlakuan diterapkan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi FMA pada sampel tanah kebun lada polikultur lebih tinggi dibandingkan lada monokultur. Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener, keragaman FMA pada kebun lada monokultur dan lada tumpang sari kopi lebih tinggi daripada kebun lada tumpang sari kakao. Jenis FMA yang dominan dari hasil kultur traping dengan sampel tanah dari kebun lada monokultur, kebun lada tumpangsari kopi, dan kebun lada tumpangsari kakao adalah FMA dengan kode S6.

Kata kunci: Fungi mikoriza arbuskular, keragaman, populasi.

ABSTRACT

*Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are a type of fungus classified into the endomycorrhizal group. These fungi can form symbiosis with almost 90% of higher plant species. The population and diversity of AMF in nature are influenced by biotic and abiotic factors. This study aimed to determine the differences in the population, diversity, and dominant AMF species in the rhizosphere of pepper planted in monoculture and pepper in polyculture (pepper intercropped with coffee and pepper intercropped with cocoa). Firstly, soil samples were taken from monoculture and polyculture pepper plantations in Air Naningan District, Tanggamus Regency. AMF populations from the two plantations were tested using analysis of variance. Secondly, culture trapping was conducted in a completely randomized design. The treatments were factorial, consisting of the origin of the soil sample (monoculture pepper plantation, pepper intercropped with coffee, pepper intercropped with cocoa) and the types of host plant (corn, sorghum, *P. javanica*). The results showed that the AMF population in soil samples from polyculture pepper plantations was higher than that in monoculture pepper plantations. Based on the Shannon-Wiener diversity index, AMF diversity in monoculture pepper and intercropping pepper with coffee plantations was higher than that in intercropping pepper with cocoa plantations. The type of AMF that was dominant in monoculture pepper and intercropping pepper with coffee and cacao was AMF code S6.*

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, diversity, population.

PENDAHULUAN

Istilah mikoriza diambil dari kata mykes (fungi) dan rhiza yang berarti akar. Mikoriza ditemukan pertama kali oleh Albert Benhard Frank pada tahun 1885 (Setiadi, 1992). Mikoriza merupakan fungi yang hidup secara bersimbiosis dengan sistem perakaran tanaman tingkat tinggi. Fungi ini membentuk simbiosis mutualisme dengan akar tumbuhan, dimana fungi memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana atau glukosa dari tanaman, sedangkan fungi membantu tanaman dalam menyerap air dan hara dari tanah (Hesti dan Tata, 2009).

Berdasarkan struktur tubuh dan cara fungi menginfeksi, mikoriza dikelompokkan dalam tiga tipe yaitu ektomikoriza, endomikoriza, dan ektendomikoriza (Brundrett, 2004). Fungi mikoriza arbuskular (FMA) adalah tipe fungi yang berasal dari golongan endomikoriza. Fungi mikoriza arbuskular merupakan salah satu tipe endomikoriza yang dominan dan hampir ditemukan di berbagai ekosistem (Tuheteru *et al.*, 2017). Fungi ini memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman tingkat tinggi yang tumbuh pada berbagai tipe habitat dan iklim (Ervayenri *et al.*, 1998).

Fungi mikoriza arbuskular dapat bersimbiosis dengan banyak tanaman inang, namun tanaman inang tertentu dapat memperlihatkan respons yang lebih baik terhadap satu jenis spesies FMA. Oleh karena itu, jenis tanaman yang ada di suatu ekosistem akan mempengaruhi jenis dan populasi FMA (Rosendahl, 2008; Rini *et al.*, 2023). Populasi spesies FMA sangat beragam, keberagamannya dipengaruhi oleh tanaman inangnya dan juga dari faktor lingkungan seperti pH

tanah, kelembaban tanah, kandungan fosfor, dan nitrogen (Powell dan Bagyaraj, 1984).

Lada (*Piper Nigrum* L.) merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Lada adalah salah satu komoditas unggulan perkebunan yang memiliki potensi dalam meningkatkan devisa negara. Sejak zaman dahulu Indonesia dikenal sebagai produsen lada utama di dunia, terutama lada putih (*Munthok white pepper*) dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dan lada hitam (*Lampung black pepper*) yang dihasilkan dari Provinsi Lampung (Evizal, 2023). Perkebunan di Bangka dan Belitung dicirikan oleh penanaman lada di kayu tajar mati, sedangkan di Lampung dicirikan oleh penanaman lada pada pohon panjat dan perkebunan lada tumpangsari dengan tanaman lainnya seperti kopi, cabe jawa dan kakao (Evizal, 2000).

Indonesia merupakan salah satu penghasil dan pengeksport lada terbesar di dunia dengan luas lahan perkebunan lada nasional mencapai 273.556 ha dan nilai produksi pada tahun 2017 sebesar 87.991 ton dan meningkat pada tahun 2018 menjadi 88.253 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2020).

Direktorat Jendral Perkebunan (2017) menyatakan bahwa Lampung saat ini adalah sentra lada kedua setelah provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Luas areal lada di Lampung mencapai 45.863 ha dengan produksi mencapai 14.860 ton. Di Lampung, sentra pertanaman lada terdapat di Lampung Utara, Way Kanan, Tanggamus, Lampung Barat, dan Lampung Timur (BPS Provinsi Lampung, 2018). Sentra produksi lada di Kabupaten Tanggamus adalah di Kecamatan Air Naningan (BPS Kabupaten Tanggamus, 2005).

Budidaya lada di Indonesia sangat beragam, tergantung dari karakteristik jenis lada yang dibudidayakan, faktor lingkungan, dan petani lada. Oleh karena itu, budidaya lada di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi budidaya konvensional, budidaya non-pestisida, dan budidaya organik dengan pola tanam monokultur atau polikultur, dimana masing-masing budidaya ini memiliki keuntungan dan kekurangan (Prasmatiwati dan Evizal, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan populasi FMA pada rizosfer lada monokultur dan lada polikultur, mengetahui perbedaan keragaman FMA pada rizosfer lada monokultur dan lada polikultur dan mengetahui jenis FMA yang dominan pada rizosfer lada monokultur dan lada polikultur.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan bulan Oktober 2022 - Februari 2023 di Laboratorium Produksi Perkebunan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah dari rizosfer pertanaman lada (monokultur, lada tumpang sari dengan kopi, dan lada tumpang sari dengan kakao), benih jagung, benih sorgum, benih *Pueraria javanica*, zeolite, pasir, aquades, larutan klorok, larutan PVLG, plastik sampel, KOH 10%, HCl 10%, larutan *Melzer*, pupuk urea dan pupuk NPK. Alat yang digunakan adalah polibag berukuran 14 x 20 cm, timbangan, kamera, mikroskop stereo dan *compound*, *petri dish*, gelas piala, *water bath*, dan saringan spora.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Tahap pertama dilakukan untuk mengetahui populasi FMA pada sampel tanah yang diambil dari rizosfer tanaman lada monokultur dan lada

polikultur di Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus. Populasi FMA yang diperoleh dihitung dengan menggunakan uji *One Way Anova*. Tahap kedua dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman FMA pada sampel tanah dengan menggunakan kultur traping atau kultur pot.

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan metode survei dengan teknik *purposive sampling*, dimana sampel diambil dari rizosfer lada monokultur di Kecamatan Air Naningan di Desa Air Karang Sari, (5°15'36.7"S 104°41'29.6"E), lada tumpang sari kopi di Desa Sinar Jawa (5°15'35.1"S 104°41'30.0"E) dan lada tumpang sari kakao di Desa Sidomulyo (5°15'48.1"S 104°40'25.3"E). Pada setiap kebun ditentukan 7 titik sampel dan pada masing-masing titik sampel terdiri dari 3 tanaman. Sampel tanah diambil di setiap tanaman pada 3 titik sedalam ± 20 cm dengan jarak ± 10 —20 cm dari pangkal pohon lada dan sampel tanah yang diperoleh dicampur menjadi satu mewakili satu titik sampel. Setelah itu, tanah dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label. Total sampel tanah keseluruhan dari 3 kebun adalah sebanyak 21 sampel dengan berat masing-masing 2,5 kg, yaitu dari 3 kebun (lada monokultur, lada tumpang sari kopi, lada tumpang sari kakao) x 7 (titik sampel per kebun).

Perhitungan Populasi FMA

Total sampel tanah yang diperoleh sebanyak 21 sampel dimana 7 sampel berasal dari kebun lada monokultur, 7 sampel dari kebun lada tumpang sari kopi, dan 7 sampel berasal dari kebun lada tumpang sari kakao. Total populasi spora FMA di dalam sampel tanah dihitung dengan menggunakan metode penyaringan basah (Brundrett *et al.*,

1996). Penyaringan dilakukan dengan cara menimbang 100 g sampel tanah, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker 1.000 ml dan ditambahkan air sampai volume 500 ml. Tanah yang sudah bercampur air diaduk \pm 1 menit. Cairan supernatan kemudian dituang ke dalam saringan mikro yang sudah disusun bertingkat dengan diameter lubang 500 μ m, 250 μ m, 150 μ m, 45 μ m (prosedur ini diulang sebanyak 4 kali). Residu di setiap saringan dituang ke dalam cawan petri untuk dilakukan pengamatan spora di bawah mikroskop stereo dan dihitung jumlah spora FMA yang ditemukan pada setiap bidang pandang sampai seluruh cawan petri teramati.

Kultur Traping

Kultur trapping dilakukan untuk mendapatkan spora FMA yang baru diproduksi oleh tanaman inang pada kultur yang digunakan dengan ornament spora yang masih lengkap sehingga memudahkan untuk proses identifikasi. Tanaman inang yang digunakan adalah tanaman jagung, sorgum, dan *Pueraria javanica*. Benih tanaman inang direndam dalam klorok selama 15 menit, kemudian dibilas dengan air dan aquades. Pengcambahan dilakukan dengan meletakkan benih di atas kertas merang yang telah dibasahi dan disimpan dalam suhu ruang selama 2 hari dengan kelembapan yang terjaga.

Media yang digunakan yaitu campuran pasir steril dan zeolite dengan perbandingan 2:1 (v/v). Media ini dimasukkan sebanyak 700 g ke dalam polibag berukuran 14 x 20 cm. Selanjutnya sampel tanah dari lapang (7 sampel tanah dari 1 kebun) digabungkan menjadi 1 sampel tanah yang homogen. Sebanyak 250 g sampel tanah dimasukkan ke dalam polibag di atas media campuran pasir dan zeolite. Setelah itu, sebanyak 5 benih tanaman inang yang telah disemai ditanam di atas

sampel tanah dan ditutup kembali dengan media pasir dan zeolite, serta dipelihara selama 3 bulan (jagung dan sorgum) dan 4 bulan (*Pueraria javanica*) di rumah kaca. Setiap perlakuan tanaman inang diulang sebanyak 5 kali, sehingga jumlah polibag yang digunakan sebanyak 45 polibag, dengan rincian 15 polibag untuk sampel lada monokultur, 15 polibag lada tumpang sari kopi, dan 15 polibag untuk lada tumpang sari kakao.

Untuk pemeliharaan tanaman diberikan pupuk urea dengan konsentrasi 2 g per liter yang diaplikasikan setiap minggu sebanyak 20 ml per polibag pada minggu ke 2 sampai minggu ke 6 setelah tanam. Pupuk NPK dengan dosis 0,3 g per polibag diaplikasikan pada saat tanaman berumur 6 minggu. Selain itu, tanaman juga disiram setiap hari dengan menggunakan air steril.

Pemanenan

Pemanenan dilakukan dengan cara tidak melakukan penyiraman selama 2 minggu sampai media benar-benar kering, dengan tujuan untuk merangsang produksi spora. Batang tanaman jagung, sorgum, dan *P. javanica* dipotong \pm 1 cm dari permukaan media tanam. Selanjutnya polibag dipotong untuk memisahkan media tanam bagian atas dan media tanam bagian bawah. Kemudian media tanam bagian bawah yang terdapat campuran pasir dan zeolite diamati untuk menghitung populasi dan keragaman FMA. Spora FMA yang dihasilkan oleh akar tanaman inang di dalam media pasir dan zeolite dihitung dan diidentifikasi dengan mengambil sampel secara acak sebanyak 50 gram kemudian spora diisolasi dengan teknik penyaringan basah.

Identifikasi FMA dilakukan berdasarkan ciri-ciri spora seperti warna, bentuk, ada tidaknya ornamen spora (*bulbose*, *saccule*, *auxiliary cell*, *germination shield*), serta reaksi terhadap

larutan Melzer dengan bantuan mikroskop *compound* dengan perbesaran 4x10. Kemudian, keanekaragaman FMA dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H = -\sum (p_i) \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

H : Indeks Keragaman Shannon-Wiener
 pi : Jumlah individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies
 ni : Jumlah individu spesies ke i
 N : Jumlah total individu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi FMA di Rhizosfer Lada

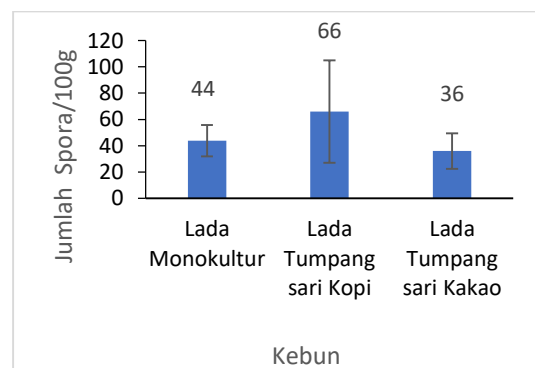
Berdasarkan hasil uji *One Way Anova*, maka dapat diketahui bahwa populasi FMA dari tiga jenis kebun lada yaitu lada monokultur, lada tumpang sari kopi, dan lada tumpang sari kakao tidak berbeda nyata. Jumlah spora pada masing – masing jenis kebun dapat dilihat pada Gambar 1.

Tidak berbedanya populasi spora FMA di 3 kebun yang diamati dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar, dimana terdapat faktor biotik dan abiotik. Kondisi lingkungan dari ketiga kebun tidak jauh berbeda dapat dilihat dari kebun lada monokultur terdapat pohon panjatan yaitu pohon gamal dan pohon lamtoro. Selain itu di kebun lada monokultur juga terdapat gulma jenis rumput (*Axonopus compressus*).

Pada kebun lada tumpang sari kopi, pohon panjatan yang digunakan yaitu pohon gamal, lamtoro, dan kapuk. Selain itu, di kebun juga ditanami dengan pohon kopi dan cabai, lalu terdapat gulma jenis rumput (*Axonopus compressus*) dan daun lebar (*Asystasia gangetica*). Sedangkan pada kebun lada tumpang sari kakao, pohon panjatan yang digunakan yaitu pohon lamtoro dan kapuk, sedangkan tanaman lain yang ditanam yaitu tanaman

kakao dan gulma yang ditemukan gulma rumput (*Axonopus compressus*) dan daun lebar (*Asystasia gangetica*).

Kondisi ini diduga yang mengakibatkan jumlah spora dari ketiga kebun tidak terdapat perbedaan. Hal ini sejalan dengan pendapat Akib *et al.* (2022) yang menemukan bahwa tanaman lada yang ditanam dengan tanaman pendampingnya menyebabkan memiliki luas permukaan akar yang lebih besar, sehingga FMA tidak terkonsentrasi untuk melakukan kolonisasi pada akar satu jenis tanaman saja. Selain itu keberadaan tanaman pendamping yang ditanam juga tidak terlalu dilakukan pemeliharaan hal ini dapat menyebabkan kondisi tajuk tanaman yang rapat sehingga dengan banyaknya bahan organik dari serasah tanaman dapat meningkatkan kelembaban pada tanah dan kemungkinan sporulasi lebih rendah (Akib *et al.*, 2022).



Gambar 1. Jumlah spora FMA di rizosfir lada pada tiga jenis pola tanam

Kolonisasi Akar Tanaman Inang oleh FMA pada Kultur Traping

Berdasarkan hasil analisis ragam kolonisasi akar tanaman inang jagung, sorgum, dan *P. javanica* di tiga pola tanam kebun lada menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Semua pot kultur menunjukkan nilai kolonisasi yang sangat tinggi yaitu di atas 75%.

Tabel 1. Hasil pengamatan rata-rata persen kolonisasi akar

Perlakuan	% Kolonisasi
Tanaman Inang	
Jagung	92%
Sorgum	89%
<i>P. Javanica</i>	88%
Kebun	
Lada monokultur	90%
Lada tumpangsari kopi	92%
Lada tumpangsari kakao	89%

Tinggi rendahnya tingkat infeksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu bentuk akar serabut, tekstur akar, jenis akar, serta kondisi lingkungan tanaman tersebut. Menurut Sieverding (1991) jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi FMA. Tingginya kolonisasi akar diduga karena tanaman inang jagung, sorgum, dan *P. javanica* merupakan tanaman inang yang cukup baik untuk perkembangan hifa mikoriza. Menurut Sofyan *et al.* (2005), tanaman jagung mempunyai pertumbuhan yang relatif lebih cepat, daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, serta memiliki sistem perakaran yang banyak. Menurut Deptan (1990), tanaman sorgum memiliki akar-akar sekunder dua kali lebih banyak serta memiliki sistem perakaran dalam sehingga spora FMA dapat menginfeksi dengan lebih mudah. Selain itu juga sorgum memiliki kemampuan beradaptasi pada kisaran ekologi yang luas, sorgum dapat tumbuh pada kondisi yang sangat panas atau kondisi curah hujan tinggi, kemampuan adaptasi yang tinggi ini yang

menyebabkan tanaman sorgum tetap tumbuh dengan baik pada kondisi rumah kaca. Sorgum juga merupakan jenis tanaman cepat tumbuh, sehingga tanaman ini akan cepat melakukan proses fotosintesis dan menghasilkan karbohidrat yang akan digunakan dalam proses pembentukan hifa intraradikal dalam akar tanaman inang.

Jumlah spora FMA Hasil Kultur Traping

Berdasarkan hasil kultur traping diketahui bahwa pada kebun lada monokultur tanaman inang jagung menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibandingkan tanaman sorgum, dan pada kebun lada tumpang sari kakao, tanaman inang sorgum menghasilkan jumlah spora yang lebih tinggi dibandingkan tanaman *P. javanica*. Dengan demikian tanaman inang jagung dan sorgum sama baiknya untuk memproduksi spora.

Hal ini karena kedua tanaman ini memiliki akar yang besar dan rambut akar yang besar sehingga akan lebih bergantung pada mikoriza dibandingkan dengan jenis tanaman legum yang memiliki sistem perakaran yang kecil serta rambut akar yang banyak (Baylis, 1970). Seperti yang dilaporkan oleh Sancayaningsih (2005), pengaruh perlakuan tempat tumbuh tanaman inang memberikan hasil berbeda nyata terhadap perbanyakan spora (jumlah spora). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Rini *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa jagung merupakan inang yang paling baik untuk kultur traping yang bertujuan untuk mendapatkan spora yang segar dengan viabilitas yang tinggi karena eksudat akar yang dikeluarkan oleh tanaman inang jagung.

Tabel 2. Pengaruh jenis tanaman inang dan asal sampel tanah dari tiga pola tanam lada terhadap populasi FMA hasil kultur traping

Kebun (K)	Jumlah Spora/50 gram		
	Tanaman (T)		
	Tanaman Jagung	Tanaman Sorgum	Tanaman Pj
K1	(264,0) 2,10 A	(49,4) 1,78 B	(134,0) 1,95 A
Lada Monokultur	a	b	ab
K2	(462,0) 2,22 A	(398,8) 2,18 A	(263,8) 2,03 A
Lada Tumpang Sari Kopi	a	a	a
K3	(326,4) 2,18 A	(603,0) 2,33 A	(200,8) 1,98 A
Lada Tumpang Sari Kakao	ab	a	b
BNT α 5%	0,24		

Ket: Data dalam tanda kurung adalah data asli sebelum transformasi $\sqrt{(x+0,5)}$; nilai tengah yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf α 5%. Huruf kapital dibaca secara vertikal dan Huruf kecil dibaca secara horizontal.

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 Yuni (1995) bahwa eksudat akar sebagai pemicu perkecambahan spora terutama senyawa flavonoid dari jenis flavonol yang berfungsi memicu pertumbuhan hifa FMA.

Keragaman FMA

Berdasarkan perhitungan indeks keragaman Shannon-Wiener (Tabel 3) dapat dilihat bahwa kebun lada monokultur dengan tanaman inang jagung, sorgum, dan *P. javanica* memiliki tingkat keragaman FMA yang tergolong sedang (Nilai $0.8 < H < 3$). Pada kebun lada tumpang sari kopi dengan tanaman inang jagung dan *P. javanica* memiliki tingkat keragaman FMA yang tergolong sedang (Nilai $0.8 < H < 3$), tetapi pada tanaman inang sorgum memiliki tingkat keragaman FMA yang rendah ($0 < H < 0.7$), sedangkan pada kebun lada tumpang sari kakao pada tanaman inang jagung, sorgum dan *P. javanica* memiliki tingkat keragaman yang tergolong rendah (Nilai $H < 1$).

Hasil kultur traping menggunakan tanaman *Pueraria javanica* menghasilkan jenis FMA yang lebih beragam yaitu terdapat 9 jenis FMA, dibandingkan dengan tanaman inang jagung dan sorgum yang hanya berkisar 3-7 jenis FMA (Tabel 4 dan 5). Hal ini disebabkan karena FMA yang berasal dari sampel tanah kebun lada monokultur dan kebun lada tumpang sari kopi memiliki kesesuaian dengan tanaman inang *P. javanica*. Faktor lain juga disebabkan karena tanaman inang *P. javanica* dipanen pada umur 4 bulan atau lebih lama daripada tanaman inang jagung dan sorgum yang dipanen pada umur 3 bulan. Semakin lama tanaman inang dipanen, maka beberapa jenis spora baru perlahan bersporulasi, sehingga jenis FMA yang ditemukan pada tanaman inang *P. javanica* yang dipanen lebih lama menghasilkan jenis FMA yang lebih beragam. Oehl et al. (2005) menunjukkan jika semakin lama waktu kultur traping dilakukan, maka beberapa spesies FMA perlahan bersporulasi membentuk spora. Gambar spora dengan jumlah tinggi ditemukan di semua kebun dapat dilihat di Gambar 2.

Tabel 3. Indeks keragaman Shannon-Wiener FMA dari kultur trapping tanah dari rizosfer 3 pola lada (monokultur, tumpang sari kopi, dan tumpang sari kakao)

Tanaman inang	Indeks keragaman shannon-wiener pada 3 pola tanam lada		
	Monokultur	Tumpang sari kopi	Tumpang sari kakao
Jagung	1.55	1.39	0.01
Sorgum	1.83	0.41	0.07
<i>Pueraria Javanica</i>	1.36	0.98	0.67

Keterangan: Keragaman rendah : $0 < H < 0,7$
 Keragaman Sedang : $0,8 < H < 3$
 Keragaman tinggi : $H > 3$

Tabel 4. Populasi dari masing-masing jenis FMA hasil kultur trapping dengan tanaman inang jagung, sorgum, dan *P. javanica* pada sampel tiga pola tanam

Spora	Jumlah spora/250 gram								
	Monokultur			Tumpang sari kopi			Tumpang sari kakao		
	jagung	Sorgum	Pj	jagung	sorgum	Pj	jagung	sorgum	Pj
S1	0	0	8	21	0	0	0	0	0
S2	56	41	117	72	4	55	0	0	29
S3	56	40	147	104	130	809	0	40	62
S4	0	16	8	555	0	2	0	0	0
S5	30	15	19	0	0	8	0	0	32
S6	543	23	340	557	1725	384	1631	2975	801
S7	366	0	0	732	39	2	1	0	2
S8	144	57	17	249	96	56	0	0	21
S9	134	55	14	0	0	3	0	0	57
Total	1329	247	670	2290	1994	1319	1632	3015	1004

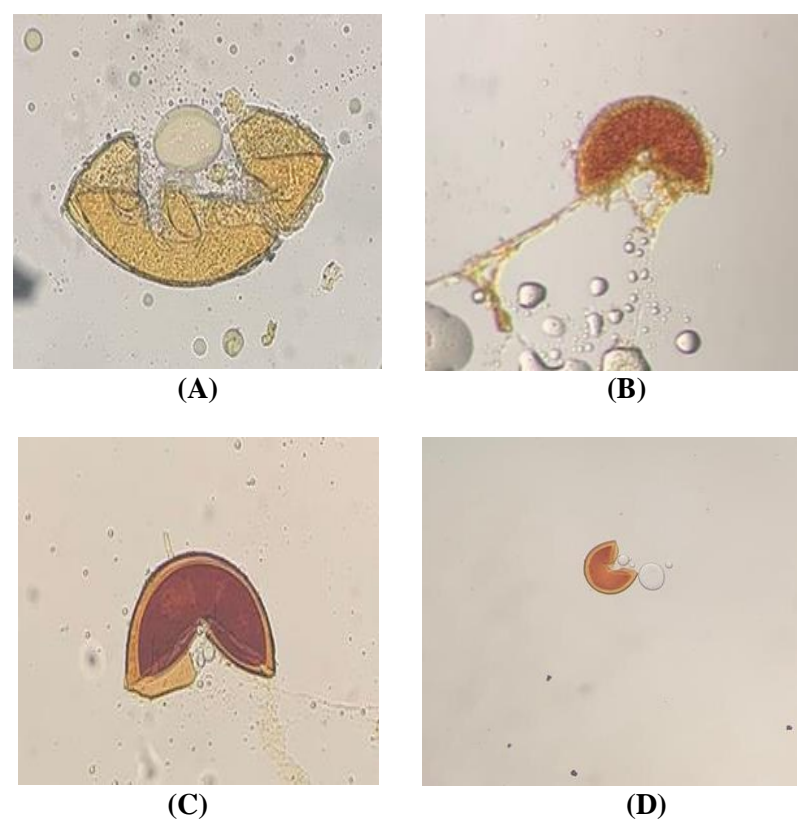
Selain itu tanaman *P. Javanica* merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk perbanyak spora FMA (Lukiwati dan Supriyanto, 1995). Hal ini didukung oleh Struble dan Skipper (1988) yang menyatakan bahwa *P. javanica* merupakan tanaman yang sering digunakan sebagai inang perbanyak inokulum FMA. Tanaman *P. Javanica* dapat mengeluarkan akar dari tiap ruas batang stolon yang bersinggungan dengan tanah. Perakarannya dalam dan bercabang-cabang. Tanaman *P. Javanica* juga memiliki ketahanan baik terhadap tanah masam, tanah yang kekurangan kapur dan phosphor, tahan permukaan air tinggi dan dapat hidup di tanah yang berat maupun berpasir (Reksohadiprodjo, 1981). Perbedaan kepadatan spora pada

tanaman inang *P. Javanica* dengan tanaman jagung dan sorgum kemungkinan adanya perbedaan eksudat akar yang dikeluarkan oleh ketiga tanaman inang. Eksudat akar yang dikeluarkan mempengaruhi perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa (Giovannetti et al., 1993). Menurut Aquino et al. (2015), beberapa spesies FMA dapat mengkoloni inang dengan cepat dan banyak membentuk spora, sedangkan spora lainnya memerlukan waktu untuk bersporulasi atau sedikit bersporulasi. Juga spora berada di lingkungan terutama dalam bentuk aktifnya (miselium) dan bukan sebagai spora. Dengan demikian dapat disimpulkan, kompatibilitas mikoriza dengan tanaman inang sangat bervariasi

tergantung dari spesies mikoriza, spesies tanaman inang, dan kondisi lingkungannya (Genre and Bonfante, 2005).

Tabel 5. Jenis FMA yang tertinggi hasil kultur traping dengan tanaman inang pada sampel tanah tiga pola tanam lada

Tanaman inang	Jenis FMA yang tertinggi		
	Lada monokultur	Lada tumpang sari Kopi	Lada tumpang sari kakao
Jagung	Spesies 6	Spesies 7	Spesies 6
Sorgum	Spesies 8	Spesies 6	Spesies 6
<i>P. Javanica</i>	Spesies 6	Spesies 3	Spesies 6



Gambar 2: Beberapa jenis spora yang paling banyak, a) FMA tipe S3, b) FMA tipe S6, c) FMA tipe S7, d) FMA tipe S8 dalam larutan Melzer.

Berdasarkan pada hasil pengamatan dan identifikasi spora yang berasal dari masing-masing sampel, identifikasi berdasarkan bentuk, warna, ukuran, ada atau tidak adanya ornamen, dan reaksi spora terhadap larutan PVLG dan Melzer, maka diketahui bahwa spora yang dominan pada sampel tanah kebun lada monokultur, lada tumpang sari kopi, lada tumpang sari kakao yaitu spora

dengan kode S6 yang masuk ke dalam genus *Acalauspora*. Spora dengan kode S6 ditemukan pada saringan 150 µm dan 45 µm, berwarna kuning kecoklatan (20-30-20: Cyan-Yellow-Magenta) dan terdapat ciri khas dari genus *Acalauspora* dimana spora berada pada sisi samping leher *sporiferous saccule* dan bereaksi positif terhadap larutan Melzer (Rini et al., 2021).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa populasi FMA baik pada sampel kebun lada monokultur maupun kebun lada polikultur menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, keragaman FMA pada kebun lada monokultur dan lada tumpang sari kopi lebih tinggi daripada kebun lada tumpang sari kakao. Jenis FMA yang dominan dari hasil kultur traping dengan sampel tanah kebun lada monokultur, kebun lada tumpang sari kopi dan kebun lada tumpang sari kakao adalah FMA kode S6.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, M. A., Nuddin, A., Prayudyaningsih, R., Kuswinanti, T., dan Andi, S. 2022. Keragaman Fungi Mikoriza Arbuskula pada Pola Tanam Paper Nigrum yang berbeda di Areal Sekitar Lahan Tambang Nikel. *Jurnal Biologi Indonesia*. 18(2): 183-192.
- Aquino, S. d. S., M. H. Scabora, J. A. d. C. Andrade, S. M. G. da Costa, K. L. Maltoni, A. M. R. Cassiolato. 2015. Mycorrhizal colonization and diversity and corn genotype yield in soils of the Cerrado region, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 36(6): 4107-4118.
- Baylis, G. T. S. 1970. Root hairs and phycomcetous mychorrhizas in phosphorus deficient soil. *Plant and Soil*. 33: 713-716.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Provinsi Lampung. 2018. Lampung dalam Angka. 2018. Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung. Bandar Lampung.
- BPS Kabupaten Tanggamus. 2005-2015. Lampung Dalam Angka 1920-2017. Bandar Lampung.
- Brundrett, M. C., Bougher, N., Dells, B., Grove, T., and Malajozuk N. 1996. *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research. Cannberra. 374 p.
- Brundrett, M.C. 2004. Mycorrhizal in Natural Ecosystem. *Adv. Ecol. Res.* 21: 171-313.
- Direktorat Jenderal Perkebunan 2020. Produksi Lada Menurut Provinsi di Indonesia, 2016-2020.
- Departemen Pertanian. 1990. Teknologi Budidaya Sorgum. Jayapura (ID): Balai Informasi Pertanian Irian Jaya.
- Ervayenri, Soetrisno, H., Setiadi, Y., Saeni, M. S., dan C. Kusmana. 1998. Arbucular Mycorrhiza Fungi (AMF) Diversity in Peat Soil Influenced by Land Vegetation Types. *Proceeding. International Conference Mycorrhiza in Suitanable Tropical Agriculture and Forest Ecosystem*. In Commemoration of 100 years the World Pioneering Studies on Tropical Mycorrhiza in Indonesia by Professor JM Janse. Bogor, pp 85-92.
- Evizal, R., 2000. Pola budidaya lada sistem panjatan hidup di Propinsi Lampung. *Jurnal Agrotropika*. 5(2): 14-19.
- Evizal, R. 2023. *Pengelolaan Perkebunan Lada*. Pusaka Media. Bandar Lampung. 194p.
- Genre, A. and Bonfante, P. 2005. Building a mycorrhizal cell: how to reach compatibility between plants and arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Interactions*, 1(1), 3-13.
- Giovannetti, M., Sbrana, C., Avio, L., Citeresi, A. S., and Logi, C. 1993. Differential hyphal morphogenesis in arbuscular mychorrhizal fungi during preinfection stages. *New Phytologist*. 125(3): 587-593.
- Hesti, L, Tata, M. 2009. Pengaruh Pemberian Berbagai MVA dan Pupuk Kandang Ayam pada Tanaman Tembakau Deli Terhadap Serapan P dan Pertanaman ditanah Inceptisol Sampali. Skripsi. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian. Bogor

- Lukiwati, D. R. dan Supriyanto. 1995. Performance of three VAM Spesies from India for Inoculum Production in Centro dan Puero. *International Workshop on Biotechnology and Development Species for Industrial Timber Estate*. Lipi Bogor. Bogor. p 257-265.
- Oehl, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Ris, Elisabeth-Anne, R., Boller, T., & Wiemken, A. 2005. Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. *New Phytologist*. 165: 273-283.
- Powell, C. L. I. & Bagyaraj, D. J. 1984. *VA Mycorrhiza*. Florida (US): CRC Press.
- Prasmatiwi, F. E. & R. Evizal. 2020. Keragaan dan Produktivitas kebun Lada Tumpang sari Kopi di Lampung Utara. *Jurnal Agrotropika*. 19(2): 110-117.
- Reksohadiprodjo S. 1981. Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik. Fakultas Peternakan. UGM. Yogyakarta.
- Rini, M. V., Arif, M. A. S., & Ranchiano, M.G. 2019. Produksi Isolat Fungi Mikoriza Arbuskular pada Lahan Sayur dan Semak di Sumber Jaya Lampung Barat. *Jurnal Wacana Pertanian*. 14(2): 53-61.
- Rini, M.V., Yelli, F., Tambunan, D.L. & Damayanti I. 2021. Morphological and molecular identifications of three native arbuscular mycorrhizal fungi isolated from the rhizosphere of *Elaeis guineensis* and *Jatropha curcas* in Indonesia. *Biodiversitas*. 22 (11): 4940-4947.
- Rini, M.V., Irvanto, D., & Ardiyanto, A. 2023. Study of Arbuscular mycorrhizal fungi population in the rhizosphere of oil palm planted on 4 different soil types in Central Kalimantan Indonesia. *E3S Web of Conferences* 373, 06005.
- Rosendahl, S. 2008. Communities, populations and individuals of arbuskular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*. 178: 253-266.
- Sancayaningsih, R.P. 2005. The effects of single and dual inoculations of arbuscula mycorrhizal fungi on plant growth and the EST and MDH is zyme profiles of maize roots (*Zea mays* L) grown on limited growth media. Desertasi. UGM. Yogyakarta.
- Setiadi, Y. 1992. *Mengenal Mikoriza, Rhizobium, dan Aktinorizal untuk Tanaman Kehutanan*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan. IPB.
- Sieverding, E. 1991. *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem*. Deutsche Gessellsschaft fur Tecnosche Zusmmenourheit (GTZ) GmbH, Federal Republic Germany.
- Sofyan A., Y. Musa & H. Feranita. 2005. Perbanyak Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) pada berbagai Varietas Jagung (*Zea mays* L.) dan Pemanfaatannya pada Dua Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 5 (1): 12-20.
- Struble, J.E. and Skipper, H.D. 1988. Vesicular Arbuscular Mychorrhizal Fungal Spore Production as Influenced by Plant Species. *Plant Soil*. 109(1): 277-280.
- Tuheteru, F.D., Asrianti, A., Eka, W., Ninis, R. 2017. Serapan Logam Berat oleh Fungi Mikoriza Arbuskular Lokal pada *Nauclea orientalis* L. dan potensial untuk fitoremediasi tanah serpentine. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 7(17): 30-40.
- Yuni, S. R. & Santosa. 1995. Pembentukan Mikoriza Vesikular-Arbuskular pada *Capsicum annum* L. yang ditumbuhkan pada tanah asam ultisol. *Jurnal Biologi*. 1 (9): 371-379.