

KEPADATAN SPORA DAN PERSEN KOLONI MIKORIZA VESIKULA ARBUSKULA (MVA) PADA BEBERAPA TANAMAN PANGAN DI LAHAN PERTANIAN KECAMATAN JABUNG MALANG

Spore Density and Percentage of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Colony in Several Food Plants in Agricultural Land, Jabung District, Malang

Nahdliya Putri Alayya*, Budi Prasetya

Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran 1 Malang, 65145

*Penulis korespondensi: nahdilaap@gmail.com

Abstrak

Mikoriza merupakan hubungan simbiosis antara jamur dan akar tanaman yang saling menguntungkan. Mikoriza dapat ditemukan di hampir semua jenis tanah dan umumnya tidak memiliki inang yang spesifik, namun faktor-faktor tertentu mempengaruhi tingkat populasi dan komposisi jenis mikoriza arbuskular, seperti karakteristik tanaman dan sifat kimia tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan spora dan persentase koloni mikoriza pada beberapa tanaman pangan pada lahan pertanian di Kecamatan Jabung serta hubungannya dengan sifat kimia tanah seperti pH, C organik dan P tersedia. Penelitian dilakukan mulai Pebruari 2021 sampai Oktober 2021. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling berdasarkan pengelompokan jenis tanaman pangan dengan enam kali ulangan. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi dan Kimia, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah spora mikoriza per 100 g tanah adalah ubi jalar (14,17 spora), padi (26,50 spora), ubi kayu (70 spora), dan jagung (89,17). Persentase koloni mikoriza pada ubi jalar (33,97%), ubi kayu (50,67%), dan padi (45,52%) termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan persentase koloni mikoriza pada jagung (63,68%) berada pada kategori sangat tinggi. Beberapa mikoriza yang ditemukan antara lain *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, dan *Gigaspora sp.*

Kata kunci : kolonisasi akar, mikoriza genus arbuskular, mikoriza, sifat tanah, tanaman pangan

Abstract

Mycorrhizae is a symbiotic relationship between fungi and plant roots that is mutually beneficial. Mycorrhizae can be found in almost all soil types and generally do not have a specific host, but certain factors affect the population level and composition of arbuscular mycorrhizal species, such as plant characteristics and soil chemical properties. This study aimed to determine the density of spores and the percentage of mycorrhizal colonies on several food crops on agricultural land in Jabung District and their relationship to soil chemical properties such as pH, organic C and available P. The research was conducted from February 2021 to October 2021. Sampling was carried out by purposive sampling based on the grouping of food plant species with six replications. Laboratory analysis was conducted in Biology and Chemical Laboratory, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The results showed that the number of mycorrhizae spores per 100 g of soil was sweet potato (14.17 spores), rice (26.50 spores), cassava (70 spores), and maize (89.17). The percentage of mycorrhizal colonies on sweet potato (33.97%), cassava (50.67%), and rice (45.52%) were in the high category, while the percentage of mycorrhizal colonies on maize (63.68%) was in the very high category. Several mycorrhizae were found, including *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, and *Gigaspora sp.*

Keywords : food crop, genus arbuscular mycorrhizae, mycorrhizae, root colonization, soil properties

Pendahuluan

Mikoriza merupakan hubungan simbiosis antara jamur dengan akar tanaman yang bersifat saling menguntungkan. Hal ini karena tanaman mampu memperoleh sumber nutrisi dari peran jamur yang mampu menyerap unsur hara, sedangkan mikoriza memperoleh nutrisi hasil asimilat dari tanaman. Pentingnya mikoriza untuk kelangsungan ekosistem telah banyak dilaporkan oleh para peneliti.

Mikoriza memiliki peran utama dalam meningkatkan serapan hara dan air. Selain itu, adanya mikoriza juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai cekaman lingkungan baik biotik maupun abiotik (Meddich *et al.*, 2015). Banyaknya peran mikoriza tersebut menjadikan mikoriza sebagai endosimbion yang sangat penting yang memiliki peran efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan keberlanjutan ekosistem.

Mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar jenis tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik, akan tetapi terdapat faktor-faktor tertentu yang mempengaruhi tingkat populasi serta komposisi jenis mikoriza arbuskula seperti karakteristik tanaman, suhu dan sifat kimia tanah seperti pH tanah, kelembaban tanah, kandungan N dan P serta tingkat konsentrasi logam berat (Kartika *et al.*, 2012). Menurut Puspitasari *et al.* (2012) jumlah spora pada rizosfer suatu tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja, melainkan dipengaruhi oleh akumulasi dari beberapa faktor, diantaranya yaitu mikoriza itu sendiri, varietas tanaman inang dan kondisi lingkungan. Melihat banyaknya faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan mikoriza, perlu dilakukan eksplorasi untuk mengetahui kepadatan spora dan persen koloni MA pada tanaman inang yang berbeda dengan sifat kimia tanah yang berbeda pula.

Salah satu daerah yang potensial untuk dilakukan pengamatan terkait kepadatan spora dan persen koloni mikoriza adalah daerah pertanian di Kecamatan Jabung Kabupaten Malang. Kecamatan Jabung merupakan salah satu daerah penghasil produksi tanaman pangan yang beragam meliputi ubi jalar, jagung, singkong dan padi. Menurut data BPS (2019), produksi tanaman pangan di Kecamatan Jabung meliputi ubi jalar sebesar 1.144 t ha⁻¹ dengan luas panen 94 ha, jagung 6.713 t ha⁻¹ dengan luas panen 994 ha, singkong 15.925 t ha⁻¹ dengan luas panen 515 ha dan padi 8.855 t ha⁻¹ dengan luas panen 1.257 ha. Tanaman pertanian

yang beragam ini dapat dijadikan objek pengamatan untuk mengetahui kepadatan spora dan persen infeksi mikoriza pada akar tanaman. Hal ini karena populasi dan simbiosis mikoriza dengan akar tanaman dipengaruhi oleh sifat tanah dan tanaman inang (Khakpour and Jalil, 2012). Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kepadatan spora dan persen koloni MA pada beberapa tanaman pangan di lahan pertanian Kecamatan Jabung serta hubungannya dengan sifat kimia tanah seperti pH, C organik dan P tersedia.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2021 hingga Oktober 2021 pada dua tempat yang berbeda. Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan pada empat jenis tanaman pangan yaitu ubi jalar, jagung, singkong dan padi di lahan pertanian Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi dan Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Sampel yang diambil terdiri atas sampel tanah dan sampel akar berdasarkan pengelompokan jenis tanaman pangan yang dilakukan secara *purposive sampling*. Terdapat 4 jenis tanaman pangan yaitu ubi jalar, jagung, singkong dan padi yang diulang sebanyak 6 kali ulangan sehingga terdapat 24 plot pengamatan. Setiap plot berukuran 5 m x 10 m. Penelitian ini dilakukan dengan 5 tahap yaitu: (1) Survei Lapangan, (2) Pengambilan sampel tanah dan sampel akar, (3) Identifikasi dan perhitungan kepadatan spora, (4) Pewarnaan akar dan pengukuran persen koloni dan (5) Analisis Kimia Tanah.

Survei lapangan

Survei lapangan dilakukan dengan meninjau langsung kondisi aktual dan menentukan titik atau plot pengambilan sampel tanah dan akar di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Terdapat 4 jenis tanaman pangan, yaitu ubi jalar, jagung, singkong dan padi yang akan dieksplorasi dengan ulangan sebanyak 6 sehingga terdapat 24 titik pengamatan.

Pengambilan sampel tanah dan akar

Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan di lahan pertanian Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Sampel tanah diambil sebanyak lima titik dari daerah yang dekat dengan perakaran tanaman

dengan kedalaman ± 0-20 cm dari permukaan tanah kemudian dikompositkan. Sampel akar diperoleh dari rambut akar/akar muda tiap vegetasi dan diambil dari tanaman yang telah diambil tanahnya untuk digunakan sebagai sampel.

Identifikasi dan perhitungan spora

Identifikasi dan perhitungan spora mikoriza dilakukan menggunakan metode kombinasi antara teknik tuang saring basah (*wet sieving*) (Saputra *et al.*, 2015) dan teknik sentrifugasi (Saputra *et al.*, 2015). Kegiatan ini diawali dengan menimbang sampel tanah seberat 100 g per sampel tanaman, kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan dengan aquades sebanyak 500 mL, setelah itu diaduk menggunakan spatula sampai homogen. Sampel tanah yang telah dilarutkan dalam aquades kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran 2 mm, 500 µm, 45 µm. Tanah yang tersisa pada saringan 45 µm dipindahkan ke dalam tabung sentrifuse dan ditambahkan glukosa 60% dengan perbandingan 3 : 1. Tabung disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Larutan supernatan yang terbentuk kemudian disaring menggunakan ayakan berukuran 45 µm dan disemprot menggunakan aquades untuk menghilangkan larutan gula. Hasil saringan kemudian dituangkan pada cawan petri yang telah diberi alas kertas grid kemudian diamati kepadatan dan jenis sporanya dengan mikroskop stereo. Identifikasi jenis spora mikoriza didasarkan pada ciri morfologi spora seperti warna dan bentuk. Kepadatan spora diketahui berdasarkan jumlah spora dalam 100 g tanah.

Pewarnaan akar dan pengukuran koloni mikoriza

Persen koloni akar dapat diketahui menggunakan metode *Clearing and Staining* (Rao, 2001). Hal pertama yang dilakukan adalah mencuci akar hingga bersih kemudian dipotong sepanjang ± 1-2 cm. Potongan akar kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan KOH 10% sampai akar terendam, selanjutnya dipanaskan pada waterbath selama ± 2 jam dengan suhu 80 °C atau sampai akar terlihat berwarna putih atau kuning bening. Setelah itu akar dibilas sebanyak 4-5 kali dengan air hingga bersih. Selanjutnya akar ditambahkan larutan HCl 2% sampai akar terendam lalu dipanaskan pada waterbath selama ± 5 menit dengan suhu 80 °C. Hal ini dilakukan agar proses pewarnaan yang akan dilakukan dapat terjadi dengan sempurna (berwarna biru). Larutan HCl kemudian dibuang dan akar dibilas dengan aquades

hingga bersih. Kemudian akar ditambahkan larutan *staining trypan blue lactophenol* 0,05% sampai akar terendam dan didiamkan selama ± 24 jam sampai akar berwarna biru. Akar yang sudah direndam larutan *staining trypan blue lactophenol* 0,05% selama ± 24 jam kemudian diambil sebanyak 30 potong akar dan disusun pada kaca preparat. Potongan-potongan akar pada kaca preparat diamati untuk setiap sudut pandang. Bidang pandang yang menunjukkan tanda-tanda kolonisasi diberi tanda positif (+). Setelah semua sampel akar diamati dilanjutkan dengan menghitung presentase koloni. Perhitungan persentase koloni MA menggunakan rumus:

$$\% \text{koloni} = \frac{\sum \text{akar terinfeksi}}{\sum \text{akar yang diamati}} \times 100\%$$

Jumlah persentase MVA yang mengkoloni akar menjadi dasar penentuan status koloni pada tanaman. Status koloni akar digolongkan dalam lima kategori yang menunjukkan status tidak dikolonisasi, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Tabel 1).

Tabel 1. Kategori status koloni MVA pada akar tanaman.

Koloni (%)	Status Koloni
0	Tidak dikolonisasi
10	Rendah
10-30	Sedang
30-75	Tinggi
>76	Sangat tinggi

Sumber : Nusantara *et al.* (2012).

Analisis kimia tanah

Analisis kimia tanah dilakukan untuk mengetahui nilai pH (H₂O), C organik dan P tersedia tanah lahan tanaman pangan di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang. Analisis pH dilakukan dengan metode *Glass Electrode* menggunakan pelarut H₂O. Analisis C organik menggunakan metode Walkley and Black dan analisis P tersedia menggunakan metode Bray-1.

Analisis data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis varians dengan uji F pada taraf 5%. Selanjutnya apabila menunjukkan pengaruh nyata (p<0,05) maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% dengan menggunakan software Genstat. Untuk mengetahui tingkat keceratan antar variabel pengamatan dilakukan uji korelasi dan regresi menggunakan Microsoft Excel.

Hasil dan Pembahasan

Kondisi sifat kimia tanah

Sifat kimia tanah pada lahan ubi jalar, jagung, singkong dan padi sangat mempengaruhi keberadaan spora mikoriza dan kolonisasi mikoriza pada akar tanaman. Hasil analisis sifat kimia tanah pada semua sampel tanah plot tanaman ubi jalar, jagung, singkong, dan padi yang terdiri atas pH, C organik, dan P tersedia menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) (Tabel 2). Nilai pH tanah pada masing-masing jenis tanaman pangan termasuk ke dalam kriteria masam hingga agak masam yaitu 5,28-6,07. Menurut Indriani *et al.* (2011), spora mikoriza dapat tumbuh berkolonisasi di dalam tanah pada kisaran pH 3,8-8. Kondisi pH tanah masam akan mampu dimanfaatkan oleh MA dalam beradaptasi dengan lingkungan tersebut dan memungkinkan spora akan semakin banyak berkembang karena MA memiliki sifat *acidophylis* (senang dengan kondisi yang asam). Kandungan C organik tanah pada masing-masing lahan termasuk ke dalam kategori rendah, dimana rerata kandungan C organik tertinggi terdapat pada tanaman jagung yaitu sebesar 1,86% dan rerata kandungan C organik terendah terdapat pada tanaman ubi jalar

yaitu sebesar 1,19%. Nilai C organik yang tinggi dapat menyebabkan jumlah spora mikoriza meningkat, hal ini karena C organik dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara yang berguna bagi simbiosis mikoriza vesikula arbuskula dengan tanaman dan dapat menginduksi pertumbuhan hifa (Muzakkir, 2011). Nurwati dan Sudjudi (2002) menyatakan bahwa ketersediaan fosfor di dalam tanah dipengaruhi oleh banyak faktor, akan tetapi yang paling utama ialah pH tanah. Unsur P dapat tersedia secara optimal pada pH 6,0-6,5 (Pambudi *et al.*, 2017). Kandungan P tersedia pada masing-masing tanaman termasuk ke dalam kategori rendah hingga tinggi. Rerata kandungan P tersedia yang tertinggi terdapat pada tanaman ubi jalar yaitu sebesar 15,77 ppm dan rerata kandungan P tersedia terendah terdapat pada tanaman jagung yaitu sebesar 9,58 ppm. Menurut Octavianti *et al.* (2014), ketersediaan P yang tinggi akan menurunkan aktivitas mikoriza di dalam tanah. Meskipun demikian, pada kondisi tanah yang memiliki kandungan unsur hara rendah dapat dimanfaatkan oleh mikoriza dalam membantu pertumbuhan tanaman melalui penyediaan dan penyerapan unsur hara tanaman yaitu fosfor (P) dan unsur mikro.

Tabel 2. Sifat kimia tanah.

Plot Pengambilan Sampel Tanaman	pH	Kriteria pH	C organik (%)	Kriteria C organik	P tersedia (ppm)	Kriteria P tersedia
Ubi Jalar	6,07 d	Agak Masam	1,19 a	Rendah	15,77 c	Sedang
Jagung	5,28 a	Masam	1,86 b	Rendah	9,58 a	Rendah
Singkong	5,48 b	Masam	1,70 b	Rendah	10,93 ab	Rendah
Padi	5,85 c	Agak Masam	1,53 ab	Rendah	12,65 b	Sedang
BNT 5%	0,1370		0,4367		1,843	

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Kepadatan spora mikoriza arbuskular

Berdasarkan hasil perhitungan spora dari tanaman ubi jalar, jagung, singkong, dan padi diketahui bahwa kepadatan spora mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Muis *et al.* (2016) yang menggunakan 9 jenis tanaman yang berbeda dan menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara jenis tanaman dengan jumlah spora mikoriza arbuskula. Kepadatan spora tertinggi ditemukan pada lahan jagung (89,17 spora 100 g⁻¹ tanah) dan rerata kepadatan spora terendah ditemukan pada lahan ubi jalar (14,17 spora 100 g⁻¹ tanah) (Tabel 3).

Tabel 3. Kepadatan spora pada beberapa tanaman pangan.

No	Plot Pengambilan Sampel (Tanaman)	Kepadatan Spora (spora 100 g ⁻¹ tanah)
1.	Ubi Jalar	14,17 a
2.	Padi	26,50 a
3.	Singkong	70,00 b
4.	Jagung	89,17 c
	BNT 5%	14.69

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%..

Keberadaan spora di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Puspitasari *et al.* (2012), jumlah spora tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor saja, melainkan dipengaruhi oleh akumulasi dari beberapa faktor, diantaranya: mikoriza itu sendiri, vegetasi inang dan kondisi kimia tanah seperti pH, C organik dan P tersedia. Vegetasi inang mempunyai pengaruh dalam pembentukan akar halus di dalam tanah, dimana akar halus pada perakaran tanaman mempermudah terjadinya koloni oleh mikoriza. Akar halus lebih banyak ditemukan pada bentuk perakaran serabut seperti pada tanaman jagung daripada perakaran tunggang (Prayoga *et al.*, 2021). Selain itu sifat kimia tanah pada lahan tanaman jagung juga menunjang pertumbuhan dan perkembangan bagi MA. Hal ini dapat dilihat pada nilai P tersedia pada tanaman jagung, yaitu sebesar 9,58 ppm (Tabel 2) dan termasuk kriteria rendah. Menurut De Beenhouwer *et al.* (2015), karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi populasi MA di dalam tanah. Unsur hara terutama fosfor merupakan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan populasi MA pada suatu lahan. Kadar fosfor tanah yang tinggi di dalam tanah dapat membatasi keanekaragaman MA dan efektivitasnya bagi tanaman.

Persen koloni mikoriza

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui rerata koloni mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$) antara tanaman ubi jalar, jagung, singkong, dan padi (Tabel 4). Adanya koloni akar yang terjadi pada tanaman menunjukkan bahwa secara alami di dalam tanah terdapat mikoriza arbuskular yang dapat berasosiasi dengan akar tanaman. Persen koloni MA tertinggi terdapat pada tanaman jagung (63,38%) dengan kategori status koloni sangat tinggi dan koloni MA terendah terdapat pada tanaman ubi jalar (45,52%) dengan kategori status koloni tinggi (Tabel 4). Menurut Permasari *et al.* (2016), jumlah spora merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi koloni mikoriza terhadap akar tanaman. Semakin tinggi

jumlah spora mikoriza maka tingkat koloni mikoriza pada akar tanaman yang ada di dalam tanah akan semakin banyak pula. Selain dipengaruhi oleh jumlah spora, kolonisasi mikoriza juga dipengaruhi oleh perakaran tanaman inang (Yurisman *et al.*, 2015). Tanaman jagung memiliki sistem perakaran serabut yang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan mikoriza, selain itu pada perakaran tanaman jagung memiliki kandungan eksudat akar yang tinggi yang berfungsi untuk memicu terjadinya simbiosis antara akar dengan jamur.

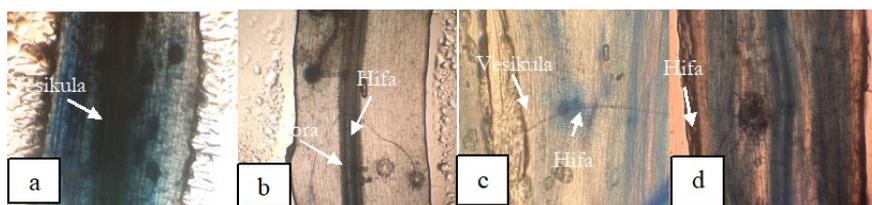
Tabel 4. Persen koloni mikoriza pada berbagai akar tanaman pangan.

No.	Plot Pengambilan Sampel (Tanaman)	Koloni MA (%)	Status Koloni MA
1.	Ubi Jalar	33,97 a	Tinggi
2.	Padi	45,52 ab	Tinggi
3.	Singkong	50,76 b	Tinggi
4.	Jagung	63,68 c	Sangat tinggi
BNT 5%		12.71	

Keterangan : Huruf yang sama di belakang angka menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%. Status koloni MA berdasarkan Nusantara *et al.* (2012).

Widiatma *et al.* (2015) menyatakan bahwa mikoriza arbuskula dapat berkembang dengan baik pada perakaran tanaman jagung karena tingginya kadar karbohidrat pada perakaran tanaman jagung, hal ini menyebabkan jumlah eksudat akar berupa gula terinduksi dan asam amino meningkat. Meningkatnya eksudat akar dapat memicu spora untuk membentuk senyawa flavonoid yang berfungsi memicu pertumbuhan hifa MA.

Asosiasi mikoriza pada tanaman ubi jalar, jagung, singkong dan padi dapat diketahui dengan adanya struktur mikoriza berupa vesikel, hifa, arbuskula dan spora (Gambar 1).



Gambar 1. Kenampakan koloni mikoriza pada akar tanaman pangan perbesaran 400x: (a) akar ubi jalar; (b) akar jagung; (c) akar singkong; (d) akar padi.

Hifa terbentuk dari perkecambahan spora, yang berperan dalam menyerap unsur hara dan air dari luar ke dalam akar. Arbuskula merupakan struktur hifa yang bercabang dan berbentuk seperti pohon dan berada diantara dinding sel dan membran sel yang berperan sebagai tempat pertukaran unsur hara dan karbon antara mikoriza. Vesikula merupakan struktur berbentuk bulat, lonjong, atau tidak teratur yang berperan sebagai organ penyimpan cadangan makanan seperti lipid. Spora merupakan organ perbanyak dari MA, terbentuk dari hifa ekstraradikal yang memiliki bentuk tunggul maupun berkoloni (*sporocarpis*) (Purwati *et al.*, 2019). Pengamatan struktur mikoriza pada jaringan akar di setiap jenis tanaman ditemukan adanya vesikula, hifa, dan spora, akan tetapi tidak ditemukan struktur arbuskular (Gambar 1). Struktur arbuskular pada jaringan akar hanya mampu bertahan dalam jangka waktu yang singkat sehingga keberadaannya sulit ditemukan. Arbuskular bersifat labil dan hanya mampu bertahan selama 2 minggu

setelah terjadinya kolonisasi (Dharmaputri *et al.*, 2016).

Jenis spora mikoriza

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perbedaan jenis tanaman pangan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap jenis spora mikoriza yang ditemukan. Pada ke empat jenis tanaman pangan ditemukan tiga jenis mikoriza yaitu *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, dan *Gigaspora sp.* Jumlah tiap jenis mikoriza yang ditemukan berbeda-beda pada setiap jenis tanaman pangan (Tabel 5). Berdasarkan hasil identifikasi, total spora *Glomus sp.* (131,51 spora 100 g⁻¹ tanah) lebih banyak ditemukan dibandingkan total spora *Acaulospora sp.* (43,83 spora 100 g⁻¹ tanah) dan *Gigaspora sp.* (25,34 spora 100 g⁻¹ tanah) (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa *Glomus sp.* memiliki tingkat adaptasi yang lebih tinggi terhadap lingkungan dibandingkan genus MA lainnya, termasuk pada kondisi lingkungan seperti di Kecamatan Jabung.

Tabel 5. Jumlah spora *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.* dan *Gigaspora sp.*

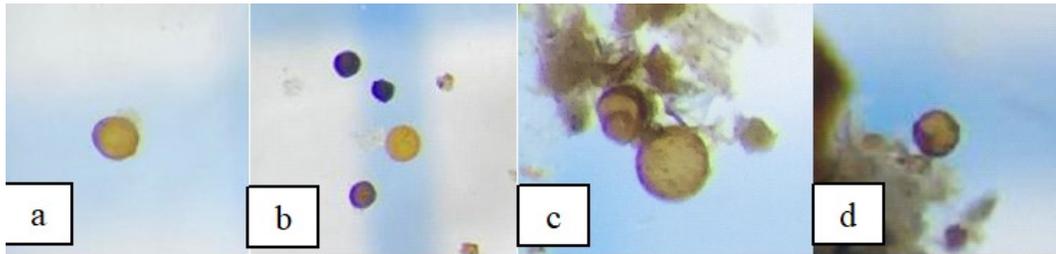
No	Jenis Tanaman Pangan	Rerata Jumlah Spora 100 g ⁻¹ tanah		
		<i>Glomus sp</i>	<i>Acaulospora sp</i>	<i>Gigaspora sp</i>
1.	Ubi Jalar	10,17 a	2,33 a	1,67 a
2.	Padi	19,00 a	4,00 a	3,50 a
3.	Singkong	43,67 b	17,83 b	8,50 b
4.	Jagung	58,67 c	19,67 b	11,67 c
Total Spora		131,51	43,83	25,34

Keterangan : Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

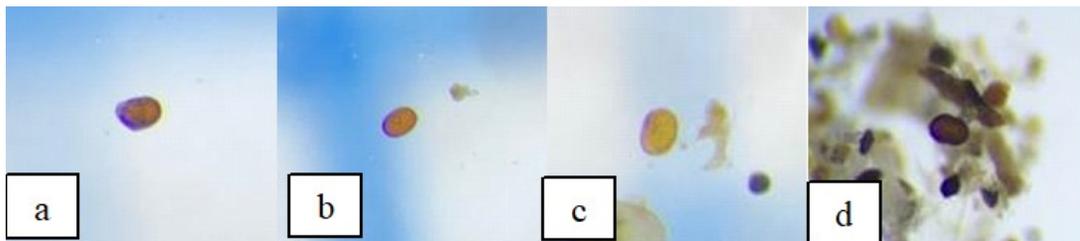
Faktor lain yang bisa menyebabkan jumlah genus *Glomus sp.* banyak ditemukan karena *Glomus sp.* merupakan jenis MA yang mempunyai tingkat penyebaran paling dominan. Menurut Puspitasari *et al.* (2012), *Glomus sp.* merupakan genus mikoriza yang memiliki penyebaran luas dan adaptasi cukup tinggi terhadap kondisi lingkungan. Genus *Glomus sp.* yang ditemukan pada tanaman jagung, ubi jalar, singkong dan padi rata-rata memiliki bentuk bulat sampai bulat lonjong, berwarna kuning terang, hialin (transparan), putih, hingga coklat dan permukaan dinding spora relatif halus (Gambar 2). Hal ini sesuai pendapat Miska *et al.* (2016) bahwa *Glomus sp.* merupakan salah satu genus mikoriza dari famili Glomeraceae yang memiliki beberapa bentuk spora yaitu bulat, oval dan elips dengan dinding spora terdiri lebih dari satu lapis. Spora *glomus* secara umum yang ditemukan berukuran 20-400 µm dan memiliki warna bening, hialin (transparan), putih, dan coklat.

Acaulospora sp. yang ditemukan rata-rata memiliki bentuk lonjong dan berwarna kuning-krem kecoklatan (Gambar 3). Hal ini sesuai pendapat Puspitasari *et al.* (2012) bahwa spora *Acaulospora sp.* merupakan spora tunggal di dalam sporokarp, spora melekat secara lateral pada hifa yang ujungnya menggelembung dengan ukuran yang hampir sama dengan spora, bentuk spora *globos*, *subglobos*, *ellips* atau *fusiform* melebar.

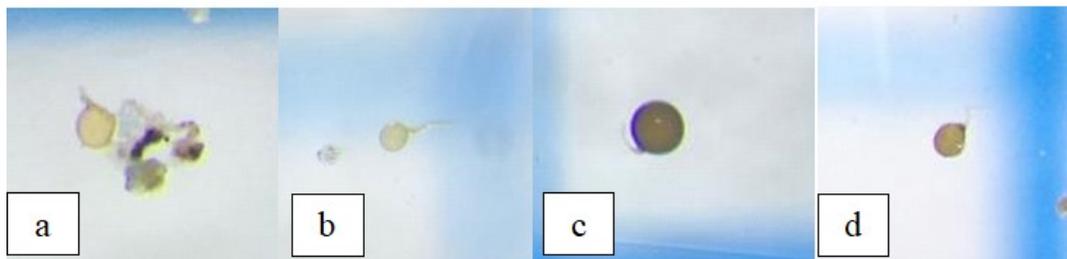
Spora *Acaulospora sp.* memiliki warna kuning, orange kemerahan hingga coklat. Bentuk *Gigaspora sp.* yang ditemukan rata-rata berbentuk bulat, berwarna krem-kuning hingga coklat kehitaman serta memiliki bulbous suspensor (Gambar 4). Menurut Miska *et al.* (2016), mikoriza ini memiliki morfologi berbentuk *globos* atau *sub-globos*, berwarna krem-kuning, berukuran 125-600 µm, tidak berdinding spora serta memiliki bulbous suspensor yang menjadi penciri khas.



Gambar 2. *Glomus* sp pada tanaman (a) ubi jalar, (b) jagung, (c) singkong, (d) padi.



Gambar 3. *Acaulospora* sp pada tanaman (a) ubi jalar, (b) jagung, (c) singkong, (d) padi

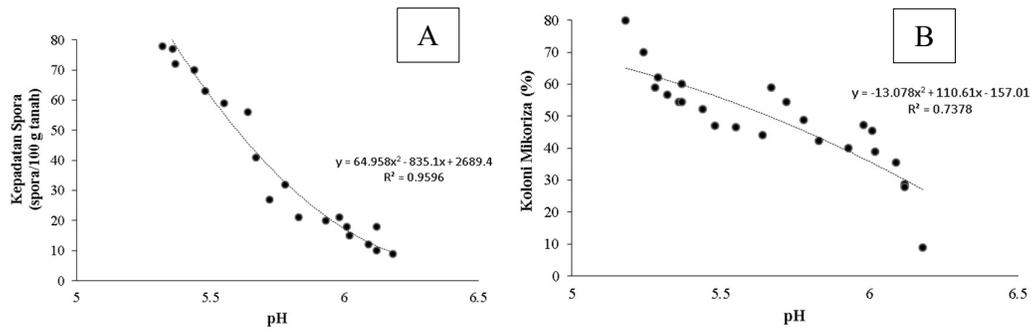


Gambar 4. *Gigaspora* sp pada tanaman (a) ubi jalar, (b) jagung, (c) singkong, (d) padi

Hubungan pH dengan kepadatan spora dan persen koloni mikoriza

Berdasarkan hasil uji korelasi antara pH dengan kepadatan spora dan koloni mikoriza pada akar tanaman dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan yang sangat kuat dengan nilai koefisien korelasi (r) berturut-turut sebesar $-0,9674$ dan $-0,8561$. Hasil korelasi menunjukkan nilai yang negatif, yang berarti bahwa semakin rendah nilai pH akan diikuti dengan meningkatnya kepadatan spora dan persen koloni mikoriza pada akar tanaman di dalam tanah. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi (R^2) dengan nilai berturut-turut sebesar $0,9596$ dan $0,7378$. Hal ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan kepadatan spora dipengaruhi oleh kemasaman tanah sebesar $95,96\%$ dan setiap peningkatan koloni mikoriza pada akar tanaman dipengaruhi oleh kemasaman tanah sebesar

$73,78\%$. Pengaruh besarnya pH tanah dapat dilihat melalui hubungan linier yang disajikan pada Gambar 5. Menurut Putra dan Jalil (2015) mikoriza bersifat *acidophilic* (senang dalam kondisi masam) sehingga memungkinkan bagi mikoriza dapat hidup pada kondisi masam. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Yusriadi *et al.* (2018) bahwasanya jumlah spora lebih tinggi pada pH yang lebih rendah yaitu netral sampai asidofilik. Meskipun demikian perkecambahan spora mikoriza memiliki nilai pH optimum yang berbeda-beda. Setiadi dan Setiawan (2011) menyatakan bahwa perkecambahan spora MA pH optimumnya berbeda-beda. *Glomus sp.* dapat berkembang dengan baik pada pH optimum antara $5,6-7$, mikoriza genus *Gigaspora sp.* dapat berkembang dengan baik pada pH $4-6$ dan *Acaulospora sp.* mampu berkembang baik pada pH $4-5$.

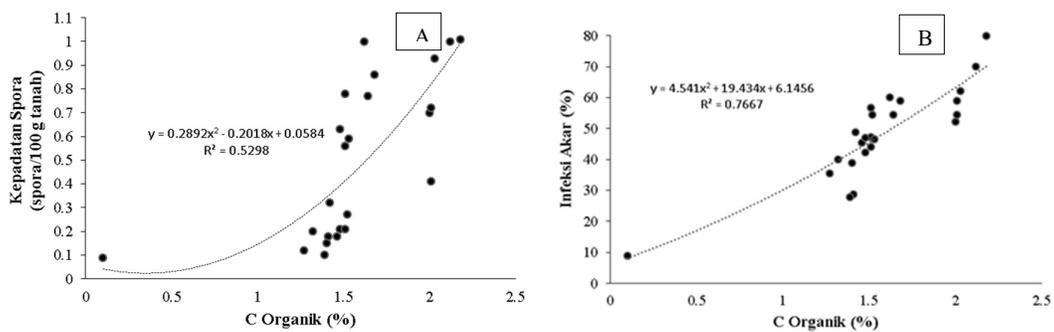


Gambar 5. (A) Hubungan pH tanah dengan kepadatan spora, (B) Hubungan pH tanah dengan koloni mikoriza pada akar tanaman.

Hubungan C organik dengan kepadatan spora dan persen koloni mikoriza

Berdasarkan hasil uji korelasi antara C organik dengan kepadatan spora dan koloni mikoriza pada akar tanaman dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan yang kuat hingga sangat kuat dengan nilai koefisien korelasi (r) berturut-turut sebesar 0,6589 dan 0,8688. Hasil korelasi menunjukkan nilai yang positif, yang berarti bahwa setiap kenaikan nilai C organik akan diikuti dengan meningkatnya kepadatan spora dan persen koloni

mikoriza pada akar tanaman di dalam tanah. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi (R^2) dengan nilai berturut-turut sebesar 0,5289 dan 0,7667. Hal ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan kepadatan spora dipengaruhi oleh kandungan C organik dalam tanah sebesar 52,98% dan setiap peningkatan koloni mikoriza pada akar tanaman dipengaruhi oleh kandungan C organik dalam tanah sebesar 76,67%. Pengaruh besarnya C organik tanah dapat dilihat melalui hubungan linier yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. (A) Hubungan C organik dengan kepadatan spora, (B) Hubungan C organik dengan koloni mikoriza pada akar tanaman.

Nilai C organik yang tinggi dapat mengakibatkan jumlah spora dan persen koloni mikoriza pada akar tanaman akan meningkat pula. Menurut Nurhalimah *et al.* (2014) mikoriza membutuhkan C organik untuk membantu dalam proses mineralisasi, hasil dari proses mineralisasi ini akan dimanfaatkan sebagai penyediaan unsur hara baik bagi mikoriza ataupun bagi tanaman itu sendiri. Hal ini juga didukung oleh pendapat Muzakkir (2011) bahwa C organik dapat menjamin terjadinya mineralisasi yang hasilnya dapat menyediakan unsur hara yang berguna bagi simbiosis mikoriza vesikula

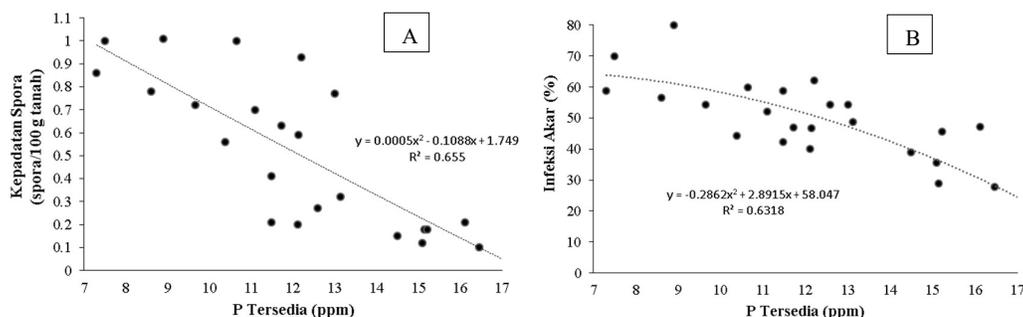
arbuskula dengan tanaman dan dapat menginduksi pertumbuhan hifa.

Hubungan P tersedia dengan kepadatan spora dan persen koloni mikoriza

Berdasarkan hasil uji korelasi antara P tersedia dengan kepadatan spora dan koloni mikoriza pada akar tanaman dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan yang kuat hingga sangat kuat dengan nilai koefisien korelasi (r) berturut-turut sebesar -0,8092 dan -0,7781. Hasil korelasi menunjukkan nilai yang negatif, yang berarti bahwa

setiap penurunan nilai P tersedia akan diikuti dengan meningkatnya kepadatan spora dan persen koloni mikoriza pada akar tanaman di dalam tanah. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi (R^2) dengan nilai berturut-turut sebesar 0,655 dan 0,6318. Hal ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan kepadatan spora dipengaruhi oleh kandungan P tersedia dalam tanah sebesar 65,5% dan setiap peningkatan koloni mikoriza pada akar tanaman dipengaruhi oleh kandungan P tersedia dalam tanah sebesar 63,18%. Pengaruh besarnya P tersedia dalam tanah dapat dilihat melalui hubungan linier yang disajikan pada Gambar 7. Menurut Pirwati (2019) konsentrasi P yang tinggi di dalam tanah dapat menghambat

kolonisasi mikoriza. Pendapat ini juga didukung oleh penelitian Wardhani (2006) yang menyebutkan bahwa kandungan P tinggi dalam tanah menurunkan eksudasi akar sehingga kolonisasi mikoriza pada tanaman terhambat. Hal ini karena pada saat kandungan P tinggi di dalam tanah dan ditranslokasi sebagai hasil fotosintat, maka karbohidrat terlarut yang diasimilasi lebih ditujukan pada pembentukan protoplasma baru dan jaringan sel dalam tunas (*shoot*). Akibatnya, karbohidrat terlarut yang ditranslokasi dan diakumulasi ke akar menjadi rendah. Hal ini akan mempengaruhi perkembangan MA di dalam tanah, karena hifa mikoriza membutuhkan kandungan karbohidrat yang cukup untuk perkecambahan spora.



Gambar 7. (A) Hubungan P tersedia dengan kepadatan spora, (B) Hubungan P tersedia dengan persen koloni mikoriza pada akar tanaman.

Kesimpulan

Perbedaan jenis tanaman dengan sifat kimia tanah berpengaruh nyata terhadap kepadatan spora dan persen koloni mikoriza arbuskula pada akar tanaman. Persen koloni mikoriza pada lahan ubi jalar, padi dan singkong berturut-turut sebesar 33,97%, 45,52%, 50,67% dan termasuk ke dalam kategori status tinggi, sedangkan persen koloni mikoriza pada lahan jagung sebesar 63,68% dan termasuk kategori status sangat tinggi. Jenis mikoriza yang ditemukan adalah *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, dan *Gigaspora sp.* Kepadatan spora memiliki hubungan yang sangat kuat dengan pH tanah dan P tersedia, serta memiliki hubungan yang kuat dengan C organik. Koloni mikoriza pada akar tanaman memiliki hubungan yang sangat kuat dengan pH, P tersedia serta C organik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para petani di Kecamatan Jabung yang telah mengizinkan pengambilan sampel di lahan pertaniannya.

Daftar Pustaka

- BPS (Badan Pusat Statistik). 2019. Kabupaten Malang Dalam Angka. Malang.
- De Beenhouwer, M., Geel, M.V., Ceulemans, T., Muleta, D., Lievens, B., and Honnay, O. 2015. Changing soil characteristics alter the arbuscular mycorrhizal fungi communities of arabica coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia across a Q5 management intensity gradient. *Soil Biology and Biochemistry* 91:133-139.
- Dharmaputri, N.W.P., Wijaya, I.N. dan Adiartayasa, W. 2016. Identifikasi mikoriza vesikular arbuskular pada rhizosfer tanaman lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) serta perbanyakannya dengan media zeolit. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 5(2):171-180.
- Indriani, N.P., Mansyur, Susilawati dan Islami, R.Z. 2011. Peningkatan produktivitas tanaman pakan melalui pemberian fungi mikoriza arbuskular (FMA). *Jurnal Pastura* 1(1):27-30.
- Kartika, E., Lizawati dan Hamzah. 2012. Isolasi identifikasi dan pemurnian cendawan mikoriza arbuskulas (CMA) dari tanah bekas tambang batubara. *Bioplantae* 1(4):21-28.
- Khakpour, O. and Jalil, K. 2012. Spore density and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in some

- species in the Northwest of Iran. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 3(5):977-982.
- Meddich, A., Jaiti, F., Bourzik, W., Aslid, A.E. and Hafidi, M. 2015. Use of mycorrhizal fungi as a strategy for improving the drought tolerance in date palm (*Phoenix dactylifera*). Scientia Horticulturae 192:468-474.
- Miska, M.E.E., Junaedi, A., Wachjar, A. dan Mansur, I. 2016. Karakterisasi fungi mikoriza arbuskula pada rhizosfer aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) dari Jawa Barat dan Banten. Silviculture Tropika 7(1):20-22.
- Muis, R., Ghulamahdi, M., Melati, M., Purwono, I. dan Mansur. 2016. Diversity of arbuscular mycorrhiza fungi from trapping using different host plants. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research 27(2):158-169.
- Muzakkir. 2011. Hubungan antara cendawan mikoriza arbuskula indigenes dan sifat kimia tanah di lahan kritis Tanjung Alai, Sumatera Barat. Jurnal Solum 8(2):53-57.
- Nurhalimah, S., Nurhantika, S. dan Muhibuddin, A. 2014. Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) indigenes pada tanah Regosol di Pamekasan Madura. Jurnal Sains dan Seni Pomits 3(1):30-34.
- Nurwati, A. dan Sudjudi. 2002. Hasil Penelitian Status Hara P dan K di Lahan Sawah Irigasi Kabupaten Bima. NTB: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat.
- Nusantara, A.D., Bertham, Y.H. dan Mansur, I. 2012. Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor dan SEAMEO BIOTROP.
- Octavianti, E.N., dan Ermavitalini, D. 2014. Identifikasi mikoriza dari lahan desa Poteran, Pulau Poteran, Sumenep Madura. Jurnal Sains Pomits 3(2):53-57.
- Pambudi, D., Indrawan, M. dan Soemarno. 2017. Pengaruh blotong, abu ketel, kompos terhadap ketersediaan fosfor tanah dan pertumbuhan tebu di lahan tebu pabrik gula Kebon Agung, Malang. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 4(1):431-443.
- Permanasari, I., Dewi, K.M., Irfan, M. dan Arminudin, A.T. 2016. Peningkatan efisiensi pupuk fosfat melalui aplikasi mikoriza pada kedelai. Jurnal Agroteknologi 6(2):23-30
- Prayoga, M.H. dan Prasetya, B. 2021. Eksplorasi mikoriza arbuskula indigenes pada rhizosfer vegetasi lahan pascatambang batubara. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 8(2):349-357.
- Purwati, B., Budi, S.W. dan Wasis, B. 2019. Status fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer jernang (*Daemonorops draco* Blume) di Jambi. Media Konservasi 24(3):261-268
- Puspitasari, D., Kristianti, I.P. dan Muhibuddin, A. 2012. Eksplorasi vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) indigenes pada lahan jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. Jurnal Sains dan Seni ITS 1:19-22.
- Putra, I. dan Jalil, M. 2015. Pengaruh bahan organik terhadap beberapa sifat kimia tanah pada lahan kering masam. Jurnal Agrotek Lestari 1(1):27-34.
- Rao, N.S.S. 2001. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Penerjemah Susilo, H. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Saputra, B., Linda, R. dan Lovadi, I. 2015. Jamur mikoriza vesikular arbuskular (MVA) pada tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* L. var. nipah) di Kabupaten Pontianak. Jurnal Protobiont 4(1):160-169.
- Setiadi, Y. dan Setiawan, A. 2011. Studi status fungi mikoriza arbuskula di areal rehabilitasi pasca penambangan nikel (Studi Kasus PT INCO Tbk. Sorowako, Sulawesi Selatan). Jurnal Silviculture Tropika 3(1):88-95.
- Wardhani, N.D. 2006. Aplikasi mulsa *Chromolaena odorata* (L.) Kings and Robinson dan cendawan mikoriza arbuskular pada tanah Latosol untuk pertumbuhan dan produksi *Pueraria javanica*. Jurnal Nutrisi dan Teknologi Pangan 1(4):12-17
- Widiatma, P.S., Wirawan, I.G.P. dan Susrama, I.G.K. 2015. Identifikasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) pada rhizosfer tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) dan ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) serta perbanyakannya dengan media zeolit. E-Jurnal Agroteknologi Tropika 4(4):253-263
- Yurisman, B., Burhanuddin dan Wahdina. 2015. Asosiasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tanaman bintaro (*Cerbera manghas* Linn.) di tanah Aluvial. Jurnal Hutan Lestari 3(4):551-560.
- Yusriadi, Dungan, Y.S.P. dan Hasanah, U. 2018. kepadatan dan keragaman spora fungi mikoriza arbuskula pada daerah perakaran beberapa tanaman pangan di lahan pertanian Desa Sidera. Jurnal Agroland 25(1):64-73.