

## EKSPLORASI MIKORIZA ARBUSKULAR PADA BEBERAPA SISTEM PENGGUNAAN LAHAN PERTANIAN DI DESA NGAWONGGO, KECAMATAN TAJINAN, KABUPATEN MALANG

### Exploration of Mycorrhiza in Some Agricultural Land Use Systems at Ngawonggo village, Tajinan District, Malang Regency, East Java

Wikan Agung Nugroho\*, Budi Prasetya

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

\* Penulis korespondensi: wikanagung12@gmail.com

---

#### Abstrak

Berbagai komoditas tanaman yang ditanam di Desa Ngawonggo dengan berbagai penggunaan lahan meliputi sawah, tegalan dan agroforestri yang didominasi dengan pertanian secara intensif. Akibat pola pertanian tersebut berpotensi menyebabkan degradasi lahan. Salah satu masukan teknologi dalam meningkatkan sistem produksi tanaman yang berkelanjutan adalah aplikasi pupuk hayati mikoriza. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat populasi, koloni mikoriza serta jenis spora dan faktor yang berpengaruh pada sawah dengan komoditas padi (*Oryza sativa*), tegalan dengan komoditas sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan agroforestri dengan komoditas kopi (*Coffea* sp.) dan Durian (*Durio zibethinus*). Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan pengambilan sampel pada tiga penggunaan lahan, dengan masing-masing 5 ulangan. Hasil penelitian didapatkan hanya satu jenis spora mikoriza *Glomus* sp. pada semua penggunaan lahan. Jumlah spora tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri sebanyak  $102 \text{ g}^{-1}$  tanah dan terendah pada lahan sawah sebanyak  $10 \text{ g}^{-1}$  tanah. Koloni mikoriza pada akar tanaman yang tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri, didapatkan 42,77% akar kopi terkolonisasi oleh mikoriza, diikuti durian dengan persentase kolonisasi sebesar 42,29%, sawah dengan komoditas padi memiliki persentase kolonisasi terendah sebesar 16,21%.

**Kata Kunci:** kolonisasi mikoriza, mikoriza, penggunaan lahan, pertanian intensif

---

#### Abstract

Various crop commodities are grown in Ngawonggo Village with various land uses, including rice fields, dry fields and agroforestry which are dominated by intensive agriculture. As a result, this agricultural pattern can potentially cause land degradation. One of the technological inputs in improving sustainable crop production systems is the application of mycorrhizal biofertilizers. This study aims to determine the level of population, mycorrhizal colonies and types of spores and the factors that influence them in rice fields with rice (*Oryza sativa*), dry fields with sengon (*Paraserianthes falcataria*), and agroforestry with coffee (*Coffea* sp.) and Durian (*Durio zibethinus*). The study used a randomized block design with sampling on three land uses, with 5. The results obtained only one type of mycorrhizal spore of *Glomus* sp. on all land uses. The highest number of spores was in agroforestry land use, as much as  $102 \text{ g}^{-1}$  soil, and the lowest was in rice fields, as much as  $10 \text{ g}^{-1}$  soil. Mycorrhizal colonies on plant roots were the highest in agroforestry land use, it was found that 42.77% of coffee roots were colonized by mycorrhizae, followed by durian with a colonization proportion of 42.29%, rice fields with commodities had the lowest colonization proportion of 16.21%.

**Keywords:** intensive agriculture, land use, mycorrhizae, mycorrhizae colonization

---

## Pendahuluan

Kabupaten Malang merupakan kawasan dengan mayoritas lahan pertanian yang produktif. Desa Ngawonggo, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang merupakan salah satu desa sentra produksi pangan, sayuran dan buah buahan, hal tersebut didukung melimpahnya berbagai penggunaan lahan pertanian yang produktif. Data Badan Pusat Statistik (2018) menunjukkan bahwa Desa Ngawonggo dengan produksi komoditas yang ditanam meliputi padi mencapai 6.87 t ha<sup>-1</sup>, cabai 2,15 t ha<sup>-1</sup>, kopi 0,48 t ha<sup>-1</sup>, durian 0,58 t ha<sup>-1</sup> hingga tanaman kayu sengon sebesar 13352,61 m<sup>3</sup>. Lahan pertanian yang berada di Desa Ngawonggo didominasi oleh budidaya yang dilakukan secara intensif, di mana kegiatan pemupukan dan penyemprotan pestisida sangat berperan dalam meningkatkan hasil produksi. Pola pertanian intensif tersebut secara tidak langsung berpotensi berdampak pada menurunnya kemampuan tanah dari segi fisika, kimia dan biologi tanah. Menurut Imani *et al.* (2018) dampak negatif dari penerapan pola pertanian intensif yaitu dapat menyebabkan penurunan kesuburan, akibatnya tanah memiliki pH yang masam yakni 3-5, dan mengurangi kelembaban tanah sehingga membuat tanah kering dengan tanah berada di titik layu. Salah satu teknologi dalam meningkatkan produksi tanaman yang efisien juga berkelanjutan adalah aplikasi pupuk hayati mikoriza

Mikoriza mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman, serta telah banyak dibuktikan mampu memperbaiki nutrisi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Hajoeningtjias, 2009). Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan bentuk simbiosis jamur dengan akar tanaman dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman terutama yang ditanam pada lahan-lahan marginal yang kurang subur. Peranan FMA juga sangat penting dalam hal konservasi siklus nutrisi, membantu memperbaiki struktur tanah, transportasi karbon di sistem perakaran, mengatasi degradasi kesuburan tanah (Sianturi, 2014).

Penelitian terkait dengan keberadaan mikoriza pada beberapa penggunaan lahan pertanian di Desa Ngawonggo, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang, Jawa Timur belum pernah dilakukan. Dengan demikian, eksplorasi mikoriza pada beberapa penggunaan lahan sawah dengan komoditas padi (*Oryza sativa*), tegalan dengan komoditas sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan

penggunaan lahan agroforestri dengan komoditas kopi (*Coffea sp.*) dan durian (*Durio zibethinus*) penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, diharapkan melalui penelitian ini dapat menjadi sarana awal pemanfaatan mikoriza lebih lanjut yang sesuai dengan karakteristik lahan di daerah tersebut.

## Bahan dan Metode

### *Waktu dan tempat*

Penelitian dilakukan pada beberapa penggunaan lahan pertanian di Desa Ngawonggo, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2021 dengan melakukan pengambilan sampel tanah dan akar tanaman dari masing-masing penggunaan lahan. Analisis di Laboratorium Biologi dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

### *Survei lapangan*

Survei lapangan diawali dengan mempersiapkan seluruh kebutuhan alat dan bahan khusus di lapangan dalam penelitian yang diawali dengan persiapan alat untuk pengambilan sampel di lapangan. Survei lapangan juga mencakup perizinan yang dibutuhkan dalam kegiatan pengambilan sampel. Survei lapang juga memastikan kondisi lahan tidak mengalami perubahan penggunaan lahan selama waktu penelitian.

### *Pengambilan sampel*

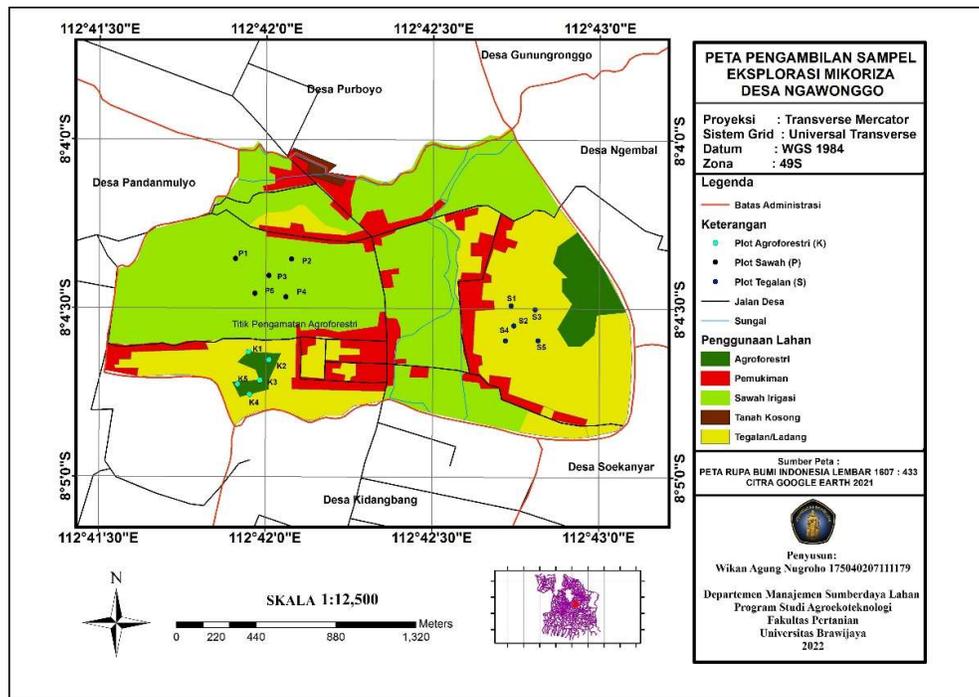
Pengambilan sampel dengan metode *purposive sampling*, pengambilan sampel sesuai plot pengamatan berukuran 5 x 10 m pada masing masing penggunaan lahan, menggunakan 5 ulangan, berdasarkan komposisi jenis vegetasi dari masing masing penggunaan lahan sawah padi (*Oryza sativa*), tegalan sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan agroforestri kopi (*Coffea sp.*) dan durian durian (*Durio zibethinus*). Sampel tanah komposit dan akar diambil secara bersamaan pada 5 titik subplot dalam plot dengan menggunakan metode *purposive sampling* di tiap vegetasi yang sudah ditentukan. Lokasi pengambilan sampel eksplorasi mikoriza disajikan dalam Gambar 1.

### *Identifikasi dan perhitungan spora mikoriza*

Perhitungan dan penentuan jenis spora menggunakan teknik tuang saring basah *wet sieving* (Brundrett dan Abbott, 2002). Sampel tanah hasil pengamatan ditimbang seberat 100 gr tanah, kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan dilarutkan dengan 800 mL air, kemudian diaduk

hingga homogen. Larutan sampel tanah yang telah homogen kemudian disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran 2 mm, 500 µm, 45 µm. Larutan sampel tanah yang tertampung pada saringan 45 µm dipindahkan ke dalam tabung sentrifuge, dan ditambahkan larutan glukosa 60% dengan perbandingan 1:3. Tabung sentrifuge yang telah terisi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Cairan

Supernatant yang telah terpisah disaring kembali menggunakan saringan 45 µm dengan dialiri air. Larutan yang tertampung kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri yang sudah dilapisi kertas milimeter, untuk dilakukan pengamatan di bawah mikroskop. Spora diidentifikasi berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran spora. Spora dihitung menggunakan *hand counter* sebagai spora 100 g<sup>-1</sup> tanah.



Gambar 1. Peta pengambilan sampel eksplorasi mikoriza.

### ***Pengukuran tingkat koloni mikoriza pada akar tanaman***

Pengamatan presentase koloni mikoriza pada akar tanaman menggunakan metode pewarnaan akar (Nusantara *et al.*, 2012). Pengamatan diawali dengan membersihkan sampel akar tanaman dari sisa tanah dengan menggunakan air. Setelah kering sampel akar di potong berukuran ± 1 cm, kemudian memasukkannya ke dalam tabung reaksi dan menambahkan larutan KOH 5% hingga seluruh akar terendam. Sampel akar dipanaskan dengan suhu 80 °C selama 2 jam. Selanjutnya sampel akar dibilas dari larutan KOH dan direndam kembali dengan larutan HCl 5% dan dipanaskan kembali di suhu 80°C selama 5 menit untuk memasak

akar. Sampel akar tanaman kemudian dibilas menggunakan aquades dan ditiriskan. Sampel akar tanaman yang sudah kering kemudian ditetesi larutan *Tryphan Blue* 0,05% dan diencerkan secukupnya dan didiamkan dalam suhu ruang selama ± 24 jam. Sampel akar kemudian dicuci dan dibilas agar sampel akar tanaman tidak *over stain*. Sampel akar tanaman kemudian disusun dengan rapi sebanyak 10 potong diatas kaca preprat untuk diamati dibawah mikroskop. Sampel akar dilihat ada tidaknya koloni mikoriza dengan melihat hifa, vesikula, dan arbuscular mikoriza. Potongan sampel akar yang terdapat koloni mikoriza dicatat dan diberi tanda. Kemudian dilakukan perhitungan presentase koloni mikoriza dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$\% \text{koloni mikoriza pada akar} = \frac{\sum \text{Akar terkoloni mikoriza}}{\sum \text{Total akar yang diamati}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan kemudian di kategorikan berdasarkan 5 kelas menurut Rajapakse dan Miller (1992) pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori status koloni mikoriza pada akar.

Presentase Koloni Mikoriza	Kategori
0-5	Sangat Rendah
5-25	Rendah
26-50	Sedang
51-75	Tinggi
76-100	Sangat Tinggi

Sumber : Padri *et al.* (2015).

### Analisis dasar tanah

Analisis dasar tanah ditujukan untuk melihat pengaruh unsur hara (kimia) dan pengaruh fisika tanah terhadap populasi dan koloni mikoriza pada akar tanaman. Analisis kimia tanah meliputi analisis pH (H<sub>2</sub>O), N-total, P-tersedia, C-organik, sedangkan analisis fisik tanah meliputi suhu tanah dan kadar air. Analisis pH, suhu tanah, dan kadar air menggunakan alat *Digital Soil Analyzer*, sedangkan analisis N-total menggunakan metode Kjeldahl, P-tersedia menggunakan Bray 1 dan Bray 2, dan C-organik menggunakan metode Walkley and Black.

### Analisis data

Data populasi spora dianalisis sumber keragamannya atau ANOVA (*Analysis of Variance*) untuk melihat perbedaan antar variabel dengan menggunakan aplikasi *R-Studio*. Kemudian, dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan taraf 5% jika ditemukan perbedaan yang nyata pada hasil analisis sumber keragamannya. Kemudian, dilakukan analisis korelasi dan regresi untuk mengetahui hubungan populasi spora dengan sifat kimia dan biologi tanah pada masing masing penggunaan lahan.

## Hasil dan Pembahasan

### Kondisi umum wilayah

Lokasi penelitian terbagi menjadi tiga sistem penggunaan lahan pertanian yang bertempat di Desa Ngawonggo, Kecamatan Tajinan, Kabupaten Malang. Menurut Data BPS Kabupaten Malang (2018) Desa Ngawonggo memiliki luas wilayah 375,628 ha memiliki luas lahan sawah 144,10 ha, lahan kering (tegalan) 251,60 ha.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Turen Desa Ngawonggo memiliki bahan induk yang berasal dari formasi Qptm yakni endapan tuf gunung api memiliki bahan dasar tuf kasar halus, dan fragmen andesit. Desa ini memiliki dataran dengan ketinggian rata-rata 700-800 m di atas permukaan laut, kelerengannya 0-2%. Desa ngawonggo memiliki iklim tipe A dengan subtype Am monsoon tropika dengan curah hujan rata-rata 2.500 mm tahun<sup>-1</sup>, temperatur udara berkisar antara 18-24 °C (BMKG Karangates, 2020). Berdasarkan pengamatan komoditas yang pertanian yang ditanam mayoritas adalah sayuran dan tanaman pangan. Sayuran yang banyak ditanam adalah cabai, kubis, tomat, timun dan kacang panjang. Tanaman pangan yang dibudidayakan mayoritas adalah padi dan jagung. Pada lahan kering rata-rata ditanami tanaman tahunan seperti jati, sengon, kopi, dan durian.

### Sifat fisik dan kimia tanah

Nilai pH yang diamati variatif mendekati netral sekitar 5.35-6.5 (Tabel 2). Nilai pH tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri sebesar 6,74, pada penggunaan lahan agroforestri juga ditemukan jumlah spora yang tertinggi sebanyak 102 g<sup>-1</sup> tanah. Hal ini karena dengan adanya aktivitas dan metabolisme mikoriza menghasilkan dan melepaskan senyawa-senyawa organik yang berperan dalam mengikat kation kation logam penyebab kemasaman tanah sehingga pH cenderung berkorelasi positif. Menurut Muzakkir (2011), pH menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap tanaman termasuk unsur P, dimana P berfungsi untuk pembelahan sel, membantu transfer energi dalam kegiatan metabolisme, sehingga pertumbuhan tanaman baik, akhirnya membantu perkembangan mikoriza. Kadar air dari hasil analisis juga bervariasi.

Pada lahan sawah yang diamati dengan komoditas padi yang tergenang memiliki kadar air yang cukup tinggi dibanding pada lahan tegalan dan agroforestri. Tanah dengan kadar air yang rendah berpeluang besar mengandung jumlah spora yang banyak. Hal ini sesuai dengan Asrar dan Elhindi (2011) yang menyatakan bahwa FMA banyak ditemukan saat tanah kering atau jumlah air tanah sedikit. Pada data nilai C-organik yang tertinggi pada penggunaan lahan Agroforestri, yaitu sebesar 1.44% di mana kandungan bahan organik tanahnya 2.5%, namun menurut kriteria Balittanah (2005) tergolong rendah dan pada penggunaan lahan Sawah sebesar 0,87% yang mengandung bahan organik 1.5% dan tergolong sangat rendah menurut Balittanah (2005). Rerata nilai N-total pada

keseluruhan penggunaan lahan berkisar 0.1-0.3%. Hal tersebut menurut Eviati dan Sulaeman (2009) termasuk ke dalam kelas rendah hingga sedang. Pada kandungan P-tersedia lahan sawah memiliki kandungan tertinggi sebesar 119 ppm, sedangkan

pada lahan tegalan memiliki kandungan P-tersedia terendah sebesar 25 ppm. Derajat tinggi rendahnya konsentrasi P di dalam tanah juga dipengaruhi oleh adanya kolonisasi mikoriza dengan akar tanaman (Wirawan dan Adiartayasa, 2014)

Tabel 2. Analisis dasar tanah.

No	Penggunaan Lahan	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	C-organik (%)	pH	Kadar Air (%)	Suhu Tanah (°C)
1	Sawah	0,27 c	60 c	0,90 a	5,08 a	24,6 c	35,22 c
2	Tegalan	0,17 ab	30 ab	0,87 a	6,32 b	8,9 ab	26,24 b
3	Agroforestri	0,15 a	25 a	1,44 b	6,74 b	13,0 a	23,64 a
	BNT 5%	0.02	12.17	0,07	0,64	5,35	1,61

### Jumlah spora mikoriza

Pada berbagai penggunaan lahan pertanian yang diamati di masing-masing tanaman, jumlah spora mikoriza menunjukkan pengaruh yang nyata. Jumlah spora *Glomus* sp. yang ditemukan dipengaruhi oleh adanya perbedaan pada penggunaan lahan, serta perbedaan tanaman inang pada Tabel 3. Pada penggunaan lahan agroforestri memiliki rata-rata jumlah spora terbanyak tertinggi, yakni 102.2 spora. Hal ini menunjukkan bahwa rhizosfer penggunaan lahan agroforestri mendukung tumbuh dan berkembangnya spora mikoriza. Menurut Gregory (2006), eksudat akar dari berbagai tanaman yang berbeda pada sistem agroforestri dapat memacu pertumbuhan populasi bakteri dan fungi yang khas di daerah sekitar akar. Karena dalam ekosistem rhizosfer terdapat hubungan yang saling memengaruhi antara faktor tanaman, faktor lingkungan, jenis eksudat yang

dikeluarkan dengan struktur mikroba yang dapat dibentuk di rhizosfer.

### Koloni mikoriza pada berbagai penggunaan lahan

Hasil pengamatan pada berbagai penggunaan lahan menunjukkan bahwa kolonisasi mikoriza pada akar menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Koloni tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri dengan vegetasi kopi dan durian (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan penelitian Saputra *et al.* (2015) tanaman kelompok MPTS (*Multi Purpose Tree Species*) memiliki persentase kolonisasi yang lebih tinggi, khususnya pada penggunaan lahan agroforestri. Selain itu, persentase kolonisasi juga dipengaruhi unsur hara dalam tanah (Simamora *et al.*, 2015). Hasil analisis koloni mikoriza pada akar, ditemukan beberapa struktur mikoriza yang tampak, seperti hifa yang menyerupai jaringan benang yang saling terhubung (Gambar 2).

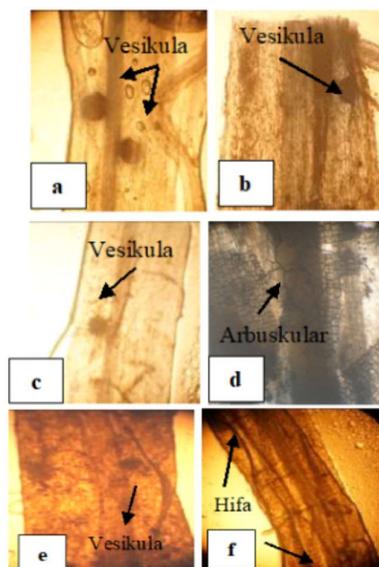
Tabel 3. Jumlah spora mikoriza pada beberapa penggunaan lahan.

No	Penggunaan lahan	Tanaman	Jumlah Spora 100 g <sup>-1</sup> tanah
1	Sawah	Padi	10.2 a
2	Tegalan	Sengon	54.8 b
3	Agroforestri	Kopi dan Durian	102.2 c
	BNT 5%		11.06

Tabel 4. Koloni mikoriza pada beberapa akar tanaman

No	Penggunaan Lahan	Tanaman Inang	Kolonisasi Mikoriza (%)	Kategori*
1	Sawah	Padi	16.21 a	Rendah
2	Tegalan	Sengon	29.64 b	Sedang
3	Agroforestri	Kopi	42.29 c	Sedang
		Durian	42.77 c	Sedang
	BNT 5%		5.40	

Hifa adalah salah satu struktur dari FMA berbentuk seperti benang-benang halus yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara dari luar (Setiadi, 2001). Vesikel juga tampak terlihat berbentuk bulat yang menempel pada jaringan akar tanaman.



Gambar 1. Kenampakan kolonisasi mikoriza pada akar tiap vegetasi (a) akar padi, (b) akar padi, (c) akar sengon, (d) akar kopi, (e) akar kopi, dan (f) akar durian.

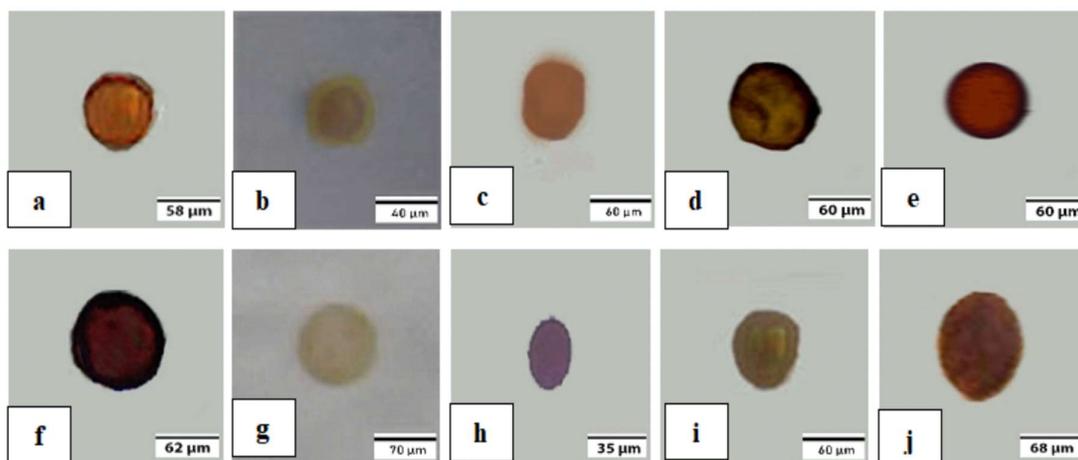
Menurut Cruz *et al.* (2000) vesikel merupakan jaringan hifa cendawan masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval. Penelitian Simamora *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa vesikula berbentuk bulat dan lonjong ditemukan pada beberapa sampel objek pengamatan. Dalam pengamatan juga ditemukan Arbuskula yang berbentuk kumpulan jaringan sistem percabangan hifa. Menurut Setiadi (2001), arbuskula adalah unit kolonisasi yang telah mencapai sel korteks yang lebih dalam letaknya dan menembus dinding sel serta membentuk sistem percabangan hifa yang kompleks, tampak seperti pohon kecil yang mempunyai cabang cabang.

#### Identifikasi jenis spora mikoriza

Hasil identifikasi spora menunjukkan bahwa spora yang ditemukan pada berbagai penggunaan lahan pertanian yang diamati memiliki karakter yang berbeda-beda dan bervariasi (Tabel 5). Hasil identifikasi spora pada berbagai vegetasi pada masing-masing penggunaan lahan pada perbesaran 400x disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan jenis spora mikoriza yang ditemukan pada berbagai penggunaan lahan adalah jenis yang sama semua, yakni *Glomus* sp. Spora *Glomus* sp. yang ditemukan rata rata adalah spora yang bulat dan bentuknya beraturan.

Tabel 5. Hasil identifikasi spora.

No	Tipe Spora	Morfologi	Vegetasi
1.	<i>Glomus</i> sp. 1	Spora berbentuk bulat tidak sempurna dengan berwarna coklat cerah dengan tepi coklat kehitaman. Ukuran spora 58-100 $\mu\text{m}$ . Tebal dinding spora 13,2 $\mu\text{m}$	Padi
2.	<i>Glomus</i> sp. 2	Spora berbentuk bulat tidak sempurna dengan berwarna coklat kekuningan. Ukuran spora 40-80 $\mu\text{m}$ . Tebal dinding spora 8,2 $\mu\text{m}$	Padi
3.	<i>Glomus</i> sp. 3	Spora berbentuk bulat dengan berwarna coklat cerah kemerahan. Ukuran spora 50-60 $\mu\text{m}$	Sengon
4.	<i>Glomus</i> sp. 4	Spora berbentuk bulat lonjong berukuran kecil dengan warna coklat dengan kuning kehitaman berukuran 25 -100 $\mu\text{m}$	Sengon
5.	<i>Glomus</i> sp. 5	Spora berbentuk bulat dengan warna coklat kemerahan dengan Spora berukuran 50-60 $\mu\text{m}$ .	Kopi
6.	<i>Glomus</i> sp. 6	Spora berbentuk bulat dengan warna coklat kehitaman. Spora berukuran 62-72 $\mu\text{m}$ . Tebal dinding spora 5 $\mu\text{m}$	Kopi
7.	<i>Glomus</i> sp. 7	Spora berbentuk bulat tidak beraturan dengan warna coklat kekuningan dengan. Spora berukuran 20-70 $\mu\text{m}$	Kopi
8.	<i>Glomus</i> sp. 8	Spora berbentuk oval berwarna hitam dengan. Spora berukuran 35 $\mu\text{m}$ .	Kopi
9.	<i>Glomus</i> sp. 9	Spora berbentuk bulat berwarna coklat kekuningan dan berukuran 60 $\mu\text{m}$ . Tebal dinding spora 5.5 $\mu\text{m}$	Durian
10.	<i>Glomus</i> sp. 10	Spora berbentuk bulat tidak beraturan berwarna coklat merah bata dan berukuran 48-68 $\mu\text{m}$ .	Durian



Gambar 3. Kenampakan spora mikoriza (a) *Glomus* sp. 1, (b) *Glomus* sp. 2, (c) *Glomus* sp. 3, (d) *Glomus* sp. 4, (e) *Glomus* sp. 5, dan (f) *Glomus* sp. 6, (g) *Glomus* sp. 7, (h) *Glomus* sp. 8, (i) *Glomus* sp. 9, (j) *Glomus* sp. 10.

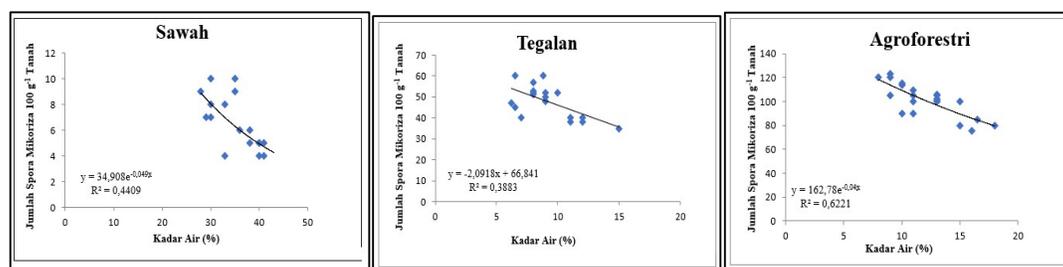
Warna spora rata rata hitam menunjukkan umur spora yang sudah tua, namun beberapa berwarna coklat kekuningan dan kemerahan. Ciri khas spora genus *glomus* dicirikan dengan bentuk bulat, bervariasi mulai dari kuning, kuning kecokelatan, coklat kekuningan, coklat muda hingga coklat tua dan kehitaman (INVAM, 2014). Dalam segi ukuran spora yang ditemukan memiliki ukuran di bawah 100 µm. Menurut Nusantara *et al.* (2012) bahwa spora *glomus* memiliki ukuran spora rata-rata 50-100 µm.

#### Hubungan faktor lingkungan dengan jumlah spora

##### Kadar air

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa kadar air tanah memiliki hubungan negatif dengan jumlah spora 100 g<sup>-1</sup> tanah pada semua penggunaan lahan, dengan nilai korelasi ( $r = -0,65$ ) (yang berarti semakin tinggi kadar air tanah, maka semakin rendah jumlah spora 100 g<sup>-1</sup> tanah.

Hasil regresi tertinggi pada lahan agroforestri diperoleh nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0.62 (Gambar 4) yang berarti kadar air tanah memengaruhi jumlah spora mikoriza sebesar 62%. Tingginya kadar air tanah khususnya air yang menggenang pada penggunaan lahan sawah dengan muka air yang tinggi menyebabkan aktivitas mikoriza di dalam tanah terganggu, di mana pasokan oksigen yang masuk ke dalam tanah terhambat. Menurut Nurhalimah *et al.* (2014), bahwa kelembaban tanah yang tinggi mengakibatkan jumlah spora yang tersedia sedikit. Tingkat kadar air dan kelembapan tinggi dalam tanah menyebabkan kondisi anaerob yang dapat menghambat perkembangan mikoriza karena mikoriza adalah obligat aerob. Agus (2004) mikroba pada tanah sawah memerlukan energi oksigen atau zat-zat teroksidasi lain seperti nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), mangan ( $\text{Mn}^{+3}$  atau  $\text{Mn}^{+4}$ ), besi ( $\text{Fe}^{+3}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) atau  $\text{CO}_2$  untuk berfungsi sebagai akseptor elektron dalam proses penyediaan hara.

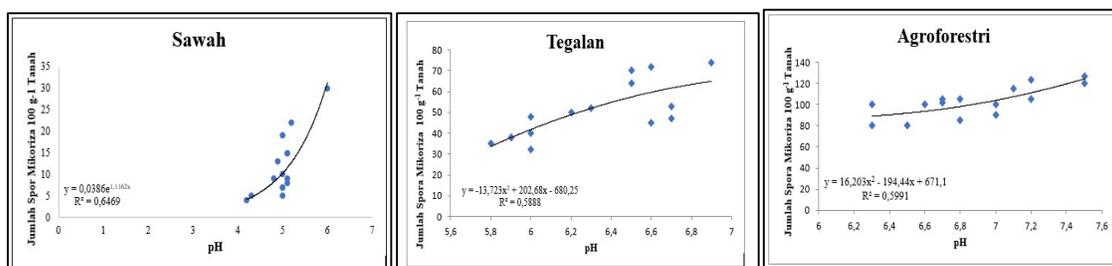


Gambar 4. Hubungan kadar air tanah dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

**pH tanah**

Hubungan pH tanah dengan jumlah spora mikoriza memiliki hubungan yang sangat kuat dengan nilai uji korelasi sebesar ( $r = 0.86$ ). Reaksi pH tanah memiliki hubungan positif dengan jumlah spora mikoriza di dalam tanah. Uji regresi menunjukkan pada lahan sawah memiliki nilai regresi terbesar dengan nilai ( $R^2$ ) sebesar 0,64, di mana nilai pH tanah memengaruhi jumlah spora mikoriza sebesar 64% (Gambar 5). Spora yang ditemukan di semua penggunaan lahan rata rata memiliki tanah yang

masam berkisar 5,08-6,74. Putra *et al.* (2016) bahwa sifat FMA yang bersifat *acidophilic* (senang dalam kondisi masam) memungkinkan bagi FMA dapat hidup pada kondisi masam pH 3,5-6, pH tanah yang demikian masih sesuai untuk perkembangan FMA. Derajat keasaman secara langsung memengaruhi aktivitas enzim yang berperan pada saat proses spora berkecambah, Pengaruh yang diakibatkan karena ketidaksesuaian pH akan menyebabkan pertumbuhan mikoriza terhambat (Puspitasari *et al.*, 2012).

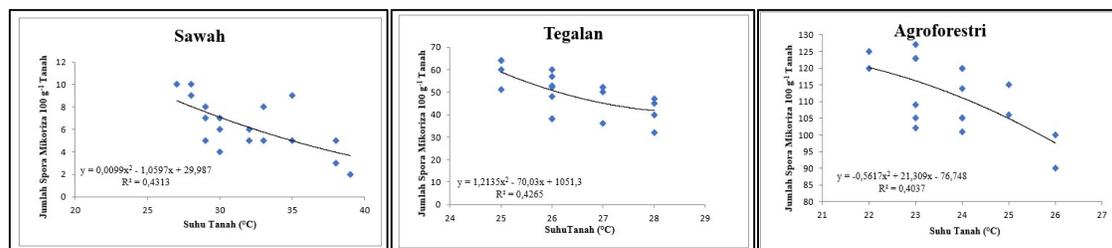


Gambar 5. Hubungan pH tanah dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

**Suhu tanah**

Meningkatnya suhu tanah juga berpengaruh terhadap sedikitnya jumlah spora mikoriza pada beberapa penggunaan lahan yang diamati. Semakin suhu tanah meningkat semakin sedikit jumlah spora. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Hal ini didukung analisis uji korelasi yang menunjukkan suhu tanah memiliki hubungan yang negatif dengan jumlah spora mikoriza dengan nilai ( $r$ ) sebesar -0.90. Hasil uji regresi juga menunjukkan hal yang sama, nilai ( $R^2$ ) tertinggi pada lahan sawah dengan nilai 0.809, di mana 80% meningkatnya suhu tanah memengaruhi jumlah spora di dalam tanah. Semakin suhu tanah

meningkat, semakin sedikit jumlah spora mikoriza yang didapatkan (Gambar 6). Hal ini karena spora mikoriza memiliki suhu minimum dan maksimum untuk berkembang. Berdasarkan data hasil penelitian spora mikoriza banyak ditemukan di kisaran suhu 23-28 °C. Hetrick dan Bloom (1984) menyebutkan sebagian besar jamur mikoriza terhambat perkembangannya bila suhu tanah di bawah 5°C dan suhu di atas permukaan tanah 35 °C. Apabila suhu tanah mencapai 50 °C dapat mematikan fungsi mikoriza. Suhu yang baik untuk perkembangan mikoriza adalah 30 °C, tetapi untuk kolonisasi miselia yang terbaik adalah pada suhu 28-34 °C.



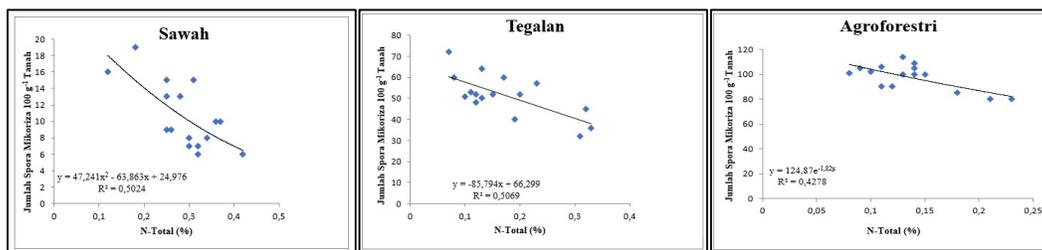
Gambar 6. Hubungan suhu tanah dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

**Hubungan unsur hara tanah, dengan jumlah spora mikoriza pada berbagai jenis penggunaan lahan**

*N-total*

Unsur hara tanah yang diamati untuk melihat pengaruhnya terhadap jumlah spora mikoriza yakni N-total, P-tersedia, dan C-organik. Hasil uji korelasi N-total dengan jumlah spora mikoriza menunjukkan hasil negatif ( $r = -0,64$ ) yang berarti semakin rendah nilai N-total akan diikuti meningkatnya jumlah spora mikoriza tanah (Gambar 7). Besarnya hubungan tersebut dipengaruhi oleh hasil koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada hasil uji regresi nilai terbesar pada lahan

tegalan sebesar 0,506 atau sebesar 50,6%. Berdasarkan hasil pengamatan bahwa N-total tanah terendah terdapat pada lahan agroforestri dengan rata-rata nilai N-total tanah 0,15, namun memiliki jumlah spora mikoriza sebanyak  $102 \text{ g}^{-1}$  tanah. Berbanding terbalik dengan penggunaan lahan sawah yang diamati dengan N-total lebih tinggi sebesar 0,27% memiliki jumlah spora  $10,2 \text{ g}^{-1}$  tanah. Hal ini terjadi karena spora mikoriza lebih dapat berkembang optimal pada tanah miskin hara. Menurut Setiadi dan Setiawan (2011), ketersediaan unsur hara N yang rendah akan meningkatkan ketergantungan tanaman untuk berasosiasi dengan mikoriza karena ketersediaan unsur hara yang rendah dapat mengoptimalkan mikoriza dalam penyerapan hara.

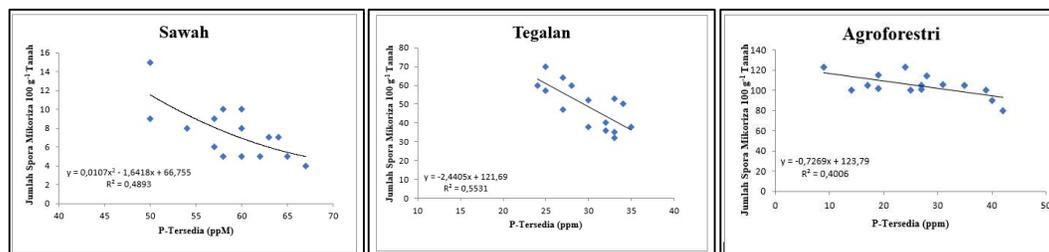


Gambar 2. Hubungan N-total dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

*P-tersedia*

Hasil uji korelasi P-tersedia dengan jumlah spora mikoriza didapatkan nilai nilai  $r$  sebesar  $-0,85$  dengan arah hubungan sangat kuat. Untuk melihat kekuatan hubungan tersebut dilakukan uji regresi. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi pada lahan tegalan didapatkan sebesar 0,5531 atau 55,31% (Gambar 8). Berdasarkan persamaan dapat dilihat bahwa semakin rendah nilai P-tersedia maka semakin banyak jumlah spora mikoriza nya. Dari semua penggunaan lahan yang diamati, agroforestri merupakan penggunaan dengan P-tersedia terendah dan jumlah mikoriza terbanyak.

Hermawan *et al.* (2015) menyebutkan pada kondisi miskin hara (P-tersedia rendah) beberapa vegetasi akan mengalami kesulitan dalam proses pertumbuhan dan menyerap beberapa unsur hara khususnya P-tersedia, sebagai salah satu solusinya vegetasi tersebut akan lebih meningkatkan simbiosisnya terhadap mikoriza untuk membantu dalam penyerapan unsur hara. Mikoriza apabila mengalami tekanan pada lingkungannya, maka akan cenderung melakukan sporulasi lebih banyak.. Berbanding terbalik dengan jumlah spora mikoriza lebih sedikit yang ditemukan pada lahan sawah dengan P-tersedia yang lebih tinggi daripada lahan agroforestri.



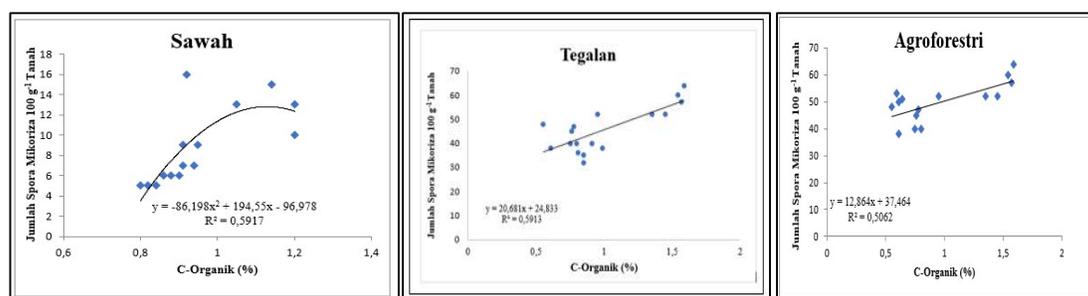
Gambar 8. Hubungan P-tersedia dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

Zulaikha dan Gunawan (2006) juga menjelaskan penambahan pupuk fosfat untuk meningkatkan P-tersedia dapat menurunkan aktifitas mikoriza dan pengaruh positifnya terhadap pertumbuhan tanaman, karena pupuk mempunyai pengaruh yang lebih cepat terhadap pertumbuhan daripada infeksi mikoriza.

### C-organik

Uji analisis korelasi pada C-organik dengan jumlah spora tanah menunjukkan hasil positif dengan nilai ( $r$ ) sebesar 0,59 yang tergolong kuat. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada uji regresi terbesar pada lahan sawah, yakni 0,5917 atau 59,17% menunjukkan kuatnya hubungan tersebut, di mana meningkatnya C-organik di dalam tanah akan beriringan dengan meningkatnya jumlah spora mikoriza dalam tanah (Gambar 9). Jumlah spora tertinggi ditemukan pada penggunaan lahan

agroforestri, di mana memiliki nilai C organik 1,44% atau nilai bahan organiknya sebesar 2,4% yakni yang paling tinggi daripada penggunaan lahan yang lainnya. Hal ini karena mikoriza membutuhkan bahan organik untuk mempertahankan perkembangannya. Menurut Mohammadi *et al.* (2011) mikroba tanah termasuk FMA membutuhkan senyawa organik tertentu sebagai sumber karbon dan nutrisinya untuk melakukan aktifitas metabolic dan pertumbuhan dan perkembangannya. FMA tergolong kelompok mikroorganisma heterotrofik. FMA dapat memperoleh energi dan hara dari serasah tanaman yang ditambahkan ke dalam tanah, eksudat akar, serta sumber karbon organik tanah lainnya. Senyawa lipid yang dihasilkan oleh bagian-bagian tanaman dapat menjadi sumber utama karbon bagi FMA (Wang *et al.*, 2017).



Gambar 9. Hubungan C- organik dengan jumlah spora mikoriza pada (a) sawah, (b) tegalan, dan (c) agroforestri.

### Kesimpulan

Jumlah spora mikoriza terbanyak ditemukan pada penggunaan lahan agroforestri dengan komoditas tanaman Kopi dan Durian didapatkan rata rata 102,2 spora, diikuti lahan tegalan dengan komoditas Sengon dengan rata- rata 54,8 spora, dan pada lahan sawah dengan komoditas padi memiliki jumlah spora paling sedikit dengan rata-rata 10,2 spora. Spora yang ditemukan pada semua penggunaan tidak mengalami perbedaan jenis, hanya berasal dari jenis yang sama, yakni *Glomus sp.* Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman yang tertinggi pada penggunaan lahan agroforestri, didapatkan 42,77% akar kopi terkolonisasi oleh mikoriza, diikuti durian dengan persentase kolonisasi sebesar 42,29%, pada lahan sawah dengan komoditas padi memiliki persentase kolonisasi terendah sebesar 16,21%. Faktor lingkungan yang diamati memiliki hubungan kuat dengan jumlah spora di dalam tanah. Kadar air dan suhu tanah memiliki hubungan negatif dengan

jumlah spora mikoriza di dalam tanah, sedangkan pH tanah memiliki hubungan positif dengan meningkatnya jumlah spora mikoriza dalam tanah. Unsur hara tanah yang memiliki hubungan negatif adalah P-tersedia dan N-total, sedangkan C-organik memiliki hubungan positif dengan meningkatnya jumlah spora mikoriza dalam tanah.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat selama penelitian berlangsung hingga akhir.

### Daftar Pustaka

- Agus, F. 2004. Tanah sawah dan teknologi Pengelolaannya. Jakarta. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian

- Asrar, A.W.A. and Elhindi, K.M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. *Saudi Journal of Biological Sciences* 18(1):93-98.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kecamatan Tajinan dalam Angka. Diakses pada 25 Oktober 2020.
- Balittanah, 2005. Petunjuk Analisis Tanah, Air, Pupuk, dan Tanaman. Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- BMKG Karanglakes. 2020. Informasi data curah hujan Kabupaten Malang. Diakses pada 25 Oktober 2020 .
- Brundrett, M.C. and Abbott, L.K. 2002. Arbuscular mycorrhizas in plant communities. In: *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity* (pp. 151-193). Springer, Dordrecht.
- Cruz, A.F., Ishii, T. and Kadoya, K. 2000. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on tree growth, leaf water potential, and levels of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and ethylene in the roots of papaya under water-stress conditions. *Mycorrhiza* 10(3):121-123.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah Tanaman, dan Pupuk. Edisi ke 2. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Gregory, P.J. 2006. Roots, rhizosphere and soil: The route to a better understanding of soil science. *European Journal of Soil Science* 57:2-12.
- Hajoeningtjas, O.D. 2009. Ketergantungan tanaman terhadap mikoriza sebagai kajian potensi pupuk hayati mikoriza pada budidaya tanaman berkelanjutan. *Agritech: Universitas Muhammadiyah Purwokerto* 11(2):125-136.
- Hermawan, H., Muin, A. dan Wulandari, R.S. 2015. Kelimpahan fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tegakan ekaliptus (*Eucalyptus pellita*) berdasarkan tingkat kedalaman di lahan gambut. *Jurnal Hutan Lestari* 3(1):124-142.
- Hetrick, B.D. and Bloom, J. 1984. The influence of temperature on colonization of winter wheat by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia* 76(5):953-956.
- Imani, F., Charina, A., Karyana, T. dan Mukti, G.W. 2018. Penerapan sistem pertanian organik di Kelompok Tani Mekar Tani Jaya Desa Cibodas Kabupaten Bandung Barat. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis* 4(2):139-152.
- INVAM (International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi). 2014. Taxonomy.
- Mohammadi, K., Shiva, K., Sohrabi, Y. and Heidari, G. 2011. A review: Beneficial effects of the mycorrhizal fungi for plant growth. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 1(9):310-319.
- 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.
- Nusantara, A.D., Bertham, Y.H. dan Mansur, I. 2012. Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. Bogor. Seameo Biotrop.
- Padri, M.H., Burhanuddin, dan Herawatiningsih, R. 2015. Keberadaan fungi mikoriza arbuskula pada jabon putih di lahan gambut. *Jurnal Hutan Lestari* 3(3): 401-410.
- Puspitasari, D., Purwani, K.I. dan Muhibudin, A. 2012. Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) indigenes pada lahan jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 1(1):E19-E22.
- Putra, R.R., Syafruddin, S. dan Jumini, J. 2016. Produksi mutu benih beberapa varietas kedelai local Aceh (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan pemberian dosis mikoriza yang berbeda pada Entisol. *Jurnal Kawista Agroteknologi* 1(1):37-44.
- 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. *Protobiont* 4(1):160-169.
- Setiadi, Y. 2001. Peranan mikoriza arbuskula dalam rehabilitasi lahan kritis di Indonesia. *Seminar Penggunaan Cendawan Mikoriza dalam Sistem Pertanian Organik dan Rehabilitasi Lahan Kritis. Bandung* (Vol. 23).
- 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).
- Sianturi, H. 2014. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula pada Berbagai Varietas Tanaman Kopi. Universitas Sumatera Utara.
- Simamora, A.S., Delvian, dan Elfati, D. 2015. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada Hutan Tri Dharma Universitas Sumatera Utara. *Peronema Forestry Science Journal* 4(4):133-141.
- Tisdale, S.L., Werner, L.N. dan James, D.B. 1990. *Soil Fertility and Fertilizer*. MacMillan Publishing Company, New York.
- Wang, W.X., Shi, J.C., Xie, Q.J., Jiang, Y.N., Yu, N. and Wang, E.T. 2017. Nutrient exchange and regulation in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Molecular Plant* 10(9):1147-1158, doi:10.1016/j.molp.2017.07.012.
- Wirawan, I.G.P. dan Adiartayasa, W. 2014. Isolasi dan identifikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara mikroskopis pada rhizosfer tanaman jeruk (*Citrus* sp.) di Kabupaten Gianyar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 3(4):201-208.
- Zulaikha, S. dan Gunawan. 2006. Serapan fosfat dan respon fisiologis tanaman cabai merah kultivar *bot beauty* terhadap mikoriza dan pupuk fosfat pada tanah Ultisol. *Bioscientiae* 2:83-92.