

IDENTIFIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA AREAL TANAMAN PERKEBUNAN DAN HORTIKULTURA DI DESA PEMO KELIMUTU

Mardiah Sarah^{1,*}) dan Donatus Rendo²⁾

^{1,2)}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Flores Kampus I, Jln, Samratulangi XX, Paupire, Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur

^{*)}mardiahsarah87@gmail.com

ABSTRACT

Identification Of Arbuscula Mycorrhizal Fungi In Plantation And Horticulture Plant Area In Pemo Kelimutu Village. Arbuscular micoriza fungi (FMA) can be found in almost all types of soil. FMA symbiosis can increase plant growth, water absorption and nutrients such as nitrogen, phosphorus and other micro nutrients. It also can increase resistance to water stress, reduce the level of pathogenic attacks and increase growth booster hormones. The purpose of this study was to identify the type of FMA in several areas of plantation and horticultural crops in Pemo Village. The results showed that a total of 1004 spores were found consisting of two types of FMA, namely the genus of glomus as many as 788 spores and 216 spores from the genus acaulospora. The planting area that has the highest number of spores is horticultural planting, which is 336 spores. Characteristics of dominant dominant spores of oval and brown.

Key words : *Acaulospora, Arbuscular, Glomus*

PENDAHULUAN

Arbuskula (FMA) adalah bentuk interaksi simbiosis mutualisme yang paling umum antara fungi dan perakaran tanaman. Keberadaan FMA dapat ditemukan disemua ekosistem termasuk tanah masam dan alkalin. Hubungan simbiosis mutualisme tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, menekan infeksi patogen terutama patogen tular tanah. FMA tidak mempunyai inang spesifik dan dapat ditemukan pada seluruh jenis tanah. Mikoriza simbiotik membentuk hubungan mutualistik di hampir 80 persen

spesies tanaman. Tahapan perkembangan populasi dan komposisi spesies FMA bervariasi dan dipengaruhi tanaman inang dan lingkungan seperti suhu, pH tanah, kelembaban tanah, kandungan fosfor. Hal ini menunjukkan bahwa setiap ekosistem berpotensi mungkin mengandung FMA dengan jenis yang sama atau mungkin berbeda karena keragaman dan sebaran FMA bervariasi karena kondisi lingkungan yang berbeda (Sari, 2017).

Lone *et al.* (2015) mengemukakan bahwa simbiosis FMA dengan akar tanaman meningkatkan penyerapan air dan

unsur hara seperti nitrogen, fosfor dan unsur hara mikro lainnya. Selain itu juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap cekaman air, menurunkan tingkat serangan patogen dan meningkatkan hormon pemacu pertumbuhan (Octavianti, 2014). Cavagnaro *et al.* (2015) menyebutkan bahwa jamur mikoriza dapat membantu penyerapan unsur lainnya termasuk P, Zn, Amonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-), Tembaga (Cu), dan Kalium (K) oleh akar tanaman. Dalam hubungan simbiosis dengan inang, FMA mendapat keuntungan nutrisi dari akar tanaman. Abdollahi and Sadeghi (2021) menyebutkan mikoriza meningkatkan kapasitas fotosintesis dengan meningkatkan klorofil daun, kadar air daun relatif, efisiensi fotosistem II dan aktivitas katalase, yang menghasilkan peningkatan karakteristik vegetatif tanaman. Aktivitas FMA sangat bergantung terhadap tanaman inang, dimana senyawa karbon hasil fotosintat dialokasikan ke bagian akar lebih dari 40% dan sekitar 1/3 diantaranya untuk mikoriza (Smith and Read 2008 *dalam* Suryati 2017).

Simbiosis FMA pada perakaran pada tanaman inang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan permukaan akar yang bermikoriza mempunyai kemampuan dalam menyerap unsur hara lebih tinggi dibandingkan akar yang tidak bersimbiosis dengan FMA. Dalam menurunkan tingkat

serangan patogen, FMA secara langsung maupun tidak langsung melalui mekanisme ketahanan berimbang terhadap patogen yang menyerang tanaman. Kolonisasi FMA pada tanaman inang menyebabkan perubahan induksi, seperti terjadinya rangsangan biokimia yaitu peningkatan fenil propanol dalam jaringan inang, sehingga efektif menekan inokulum patogen yang potensial dan pengaruhnya dapat bersifat sistemik atau local (Wehner *et al.*, 2010). Hubungan positif antara keanekaragaman FMA dengan tanaman menunjukkan bahwa keberadaan FMA sangat penting bagi perkembangan tanaman, kelestarian ekosistem, dan pemeliharaan keanekaragaman hayati (Raspurohit and Jaiswal, 2022)

Mikoriza merupakan salah satu teknologi yang dapat dikembangkan dalam mengatasi beberapa masalah seperti kekeringan, penyerapan unsur hara hingga serangan patogen terutama tular tanah. Desa Pemo merupakan salah satu sentra penghasil tanaman hortikultura dan tanaman perkebunan. Beberapa permasalahan yang ditemukan diantaranya cekaman air hingga serangan penyakit pada tanaman. Pemanfaatan mikoriza pada lahan sub optimal memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan penyerapan unsur hara. Hara yang rendah memaksimalkan kerja mikoriza dengan memperluas areal penyerapan sehingga hara yang tidak dapat

Sarah: Identifikasi fungi mikoriza arbuskula pada areal tanaman perkebunan dan hortikultura

diserap tanaman mampu diserap oleh tanaman melalui mikoriza (Smith and Read, 1997 dalam Fikrinda, 2015). Pemanfaatan mikoriza bertujuan meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman, mengurangi aplikasi pupuk, erosi serta menyuburkan tanaman dan membantu pelapukan batuan di tanah. Aplikasi FMA indegenus jenis glomus pada lahan kering marjinal meningkatkan jumlah anakan produktif dan hasil gabah padi gogo (Abdillah *et al.*, 2021 dan Margarettha *et al.*, 2017). Mikoriza dilaporkan dapat menekan insedensi penyakit busuk batang lada, busuk pelepah jagung serta membentuk senyawa metabolit sekunder asam salisilat dan menekan serangan layu fusarium pada tanaman tembakau (Fajariza *et al.*, 2020; Halim *et al.*, 2017; dan Soetarningsih, 2012). Oleh karena itu pemanfaatan FMA khususnya indegenus sangat di anjurkan khususnya di daerah lahan kering seperti desa Pemo. Namun salah satu tahapan yang perlu dilakukan sebelum pemanfaatan adalah eksplorasi dan identifikasi yang bertujuan menemukan jenis FMA spesifik lokasi yang diharapkan dapat membantu petani untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi terutama masalah cekaman air dan penyakit tanaman.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - Oktober 2019 di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Pengambilan sampel tanah dilakukan lahan pertanian di Desa Pemo Kecamatan Kelimutu Kabupaten Ende.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah air, sampel tanah, aquades, glukosa, tissue dan kantong plastik. Sedangkan alat yang digunakan tofa, beaker glass, kertas label, pipet, pinset spora, gelas objek, cover glass, sentrifuse, tabung sentifuse, saringan ukuran 600 μm , 180 μm , 75 μm dan 38 μm , mikroskop dan alat tulis.

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil dengan teknik purposive sampling, pengambilan contoh tanah dari lapangan diambil daerah rhizosfer berbagai vegetasi seperti kakao, kopi, cengkeh dan kemiri serta areal pertanaman kentang. Tanah diambil sebanyak 100 g secara komposit dari lima titik pengambilan pada masing-masing jenis vegetasi, dengan kedalaman kurang lebih 10-20 cm dari permukaan tanah. Selanjutnya sampel tanah dimasukkan ke dalam kantong plastik klip, diberi identitas tanggal eksplorasi dan lokasi pengambilan.

Ekstraksi dan Identifikasi Spora

Pemisahan spora dari tanah dengan cara ekstraksi spora. Metode ekstraksi

spora menggunakan teknik tuang saring dengan cara mencampurkan 400-500 ml air dengan sampel tanah sebanyak 100 g. Langkah selanjutnya dilakukan pengadukkan hingga butiran-butiran tanahnya hancur. Tanah kemudian disaring dalam saringan dengan ukuran 600 μm , 180 μm , 75 μm dan 38 μm yang diletakkan secara berurutan dari atas ke bawah. Air keran disemprotkan ke saringan atas untuk memudahkan tanah atau spora masuk ke saringan bawah. Selanjutnya saringan atas dibuka dan sebagian tanah yang tertinggal di saringan bawah dipindahkan ke tabung sentrifuse.

Langkah selanjutnya adalah tabung tersebut di sentrifuse dengan teknik sentrifuse dari Brundrett *et al.* (1996). Tanah hasil saring ditambahkan glukosa 60% hingga $\frac{2}{3}$ isi tabung sentrifuse. Tabung ditutup rapat dan di sentrifugasi dengan kecepatan 2500 rpm selama 3-5 menit. Supernatan hasil sentrifugasi dibuang, cairan bening ditampung dan

dituangkan ke dalam saringan 38 μm kemudian dicuci pada aliran air keran untuk menghilangkan gula. Spora lalu dipindahkan ke cawan petri dan dihitung jumlahnya. Untuk identifikasi spora dilakukan melalui pengamatan morfologi spora dan dilihat dibawah mikroskop binokuler kemudian dikelompokkan berdasarkan genus (Brundrett *et al.*, 1996). Tahapan identifikasi mikoriza arbuskular dilakukan dengan menggunakan kunci takson pada Glomales dari Morton and Benny (1990) dalam Simanungkalit (2007) dan Invam (2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis mikoriza yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi dari lahan pertanian Desa Pemo yaitu genus *Glomus* dan *Acaulospora*. Mikoriza genus *glomus* ditemukan hampir di seluruh lahan tanaman hortikultura maupun perkebunan. Genus *Acaulospora* ditemukan di areal pertanian kentang dan kopi.

Tabel 1. Karakteristik spora pada setiap sampel tanah

Lokasi Sampel	Karakteristik Spora		Jenis Spora	Jumlah Spora/100 grm tanah
	Bentuk	Warna		
Pertanaman Kopi	Bulat Lonjong	Coklat	Acaulospora	25
	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	85
	Bulat	Coklat	Glomus	45
Pertanaman Kakao	Lonjong	Coklat	Glomus	32
	Lonjong	Coklat	Glomus	69
	Bulat lonjong	Coklat Tua	Glomus	61
Pertanaman Kemiri	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	67
	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	59
	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	47
Pertanaman Cengkeh	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	42
	Bulat lonjong	Coklat	Glomus	65
	Bulat	Coklat Tua	Glomus	71
Pertanaman Hortikultura	Bulat lonjong	Coklat	Acaulospora	102
	Bulat	Coklat Muda	Acaulospora	89
	Bulat Lonjong	Coklat	Glomus	145

Tabel di atas menunjukkan bentuk dan warna spora dari genus yang ditemukan bervariasi dari bulat dan bulat lonjong serta coklat muda, coklat hingga coklat tua dan jenis yang paling dominan ditemukan adalah genus *glomus* sebanyak 728 spora dan 212 spora dari genus *Acaulospora*. Spora *glomus* memiliki bentuk bulat hingga bulat lonjong dan berwarna coklat sampai coklat tua serta dinding spora yang berwarna coklat kemerahan dan kuning kecoklatan (Gambar 1-5). Hasil penelitian menunjukkan spora *glomus* memiliki struktur dinding 2-3 lapisan. Menurut Kurnia *et al.* (2019) spora tidak semuanya memiliki substending hifa serta warna spora bervariasi dari coklat tua, hitam, ungu

hingga ungu kecoklatan dan dinding spora tunggal atau ganda

Glomus sp. adalah genus mikoriza dalam keluarga Glomeraceae dengan keanekaragaman tertinggi dibandingkan jenis lainnya. Beberapa ciri genus ini adalah spora dihasilkan secara tunggal atau berpasangan pada terminal hifa non-gametangial yang tidak berdiferensiasi menjadi spora carpus. Saat dewasa, spora dipisahkan dari hifa yang menempel oleh septum. Spora berbentuk bulat, subsferis, lonjong atau bulat telur, dengan dinding spora terdiri dari lebih dari satu lapisan, berwarna hialin sampai kuning, merah marun, coklat dan hitam, dan berukuran 20-400 μm (Morton and Benny (1990) dalam Miskah *et al.*, 2016). Daerah sebaran

glomus sangat luas dan tahan terhadap beberapa kondisi termasuk salinitas tanah sehingga tingkat penyebarannya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan genus lain (Sastrahidayat, 2011). Asmarahman (2018) menyebutkan daya adaptasi *Glomus sp* cukup tinggi terhadap lingkungan dimana banyak spora glomus yang ditemukan di lahan pasca tambang batu kapur dan berperan aktif dalam proses revegetasi pada lahan pasca tambang tersebut.

Genus *Acaulospora* mempunyai karakteristik bulat dan bulat lonjong. Genus ini memiliki beberapa ciri antara lain dinding spora 2-3, spora terbentuk pada sisi leher kantong spora, berbentuk bulat atau

elips, berwarna hialin, kuning atau kuning kemerahan, dan berukuran 100-400 μm (Gambar 1 dan 5). *Saccule sporiferous* berkembang secara blastik dari ujung hifa. Setelah saccule telah berkembang sepenuhnya, spora mulai berkembang dari sisi hifa subtending (disebut "leher saccule"). Saat spora matang, sakulus kehilangan isinya (tidak kosong ke dalam spora) dan akhirnya mengelupas sehingga seringkali tidak melekat pada spora yang matang sepenuhnya (Invam, 2019). Adaptasi genus ini lebih tinggi pada kondisi pH tanah < 5 hingga netral atau kondisi tanah masam.



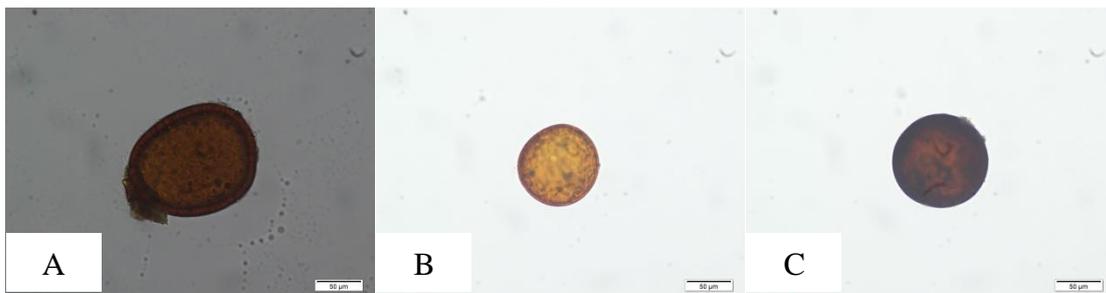
Gambar 1. Spora FMA dari areal Pertanaman Kopi; (A) (B) *Glomus*, (C) *Acaulospora*



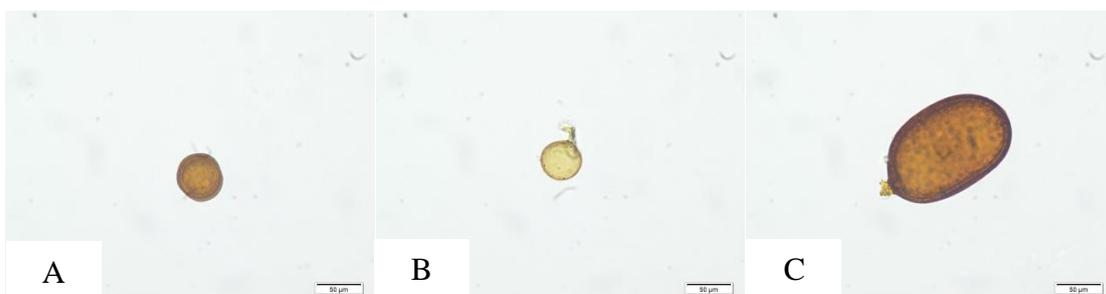
Gambar 2. Spora FMA dari areal Pertanaman Kakao; (A) (B) (C) *Glomus*



Gambar 3. Spora FMA dari areal Pertanian Kemiri; (A) (B) (C) Glomus



Gambar 4. Spora FMA dari areal Pertanian Cengkeh; (A) (B) (C) Glomus



Gambar 5. Spora FMA dari areal Pertanian Hortikultura; (A) (B) Acaulospora (C) Glomus

Dilihat dari fungsi mikoriza yang bersimbiosis dengan perakaran tanaman membantu penyerapan unsur hara dan air bagi tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Musafa *et al.*, 2015). Kabupaten Ende memiliki curah dan hari hujan yang rendah, dengan dominan pertanian lahan kering. Keberadaan mikoriza di wilayah Pemo sangat membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Desa Pemo merupakan daerah yang didominasi tanaman perkebunan dan hortikultura

seperti kentang, wortel dan bawang putih. Kebutuhan air bagi tanaman hanya bergantung pada air hujan. Keberadaan mikoriza tentu saja membantu penyerapan air dan unsur hara oleh tanaman. Perluasan daerah serapan air dan hara dibantu oleh hifa mikoriza yang ukurannya lebih kecil dan halus dari bulu akar, yang memungkinkan menembus pori-pori tanah terkecil, sehingga hifa mampu menyerap air dan nutrisi dalam kondisi cekaman kekeringan (Basri, 2018). Akar tanaman umumnya mengambil unsur hara terbatas

pada bentuk yang dapat diserap oleh akar, tetapi akar yang bersimbiosis dapat mengambil unsur hara selain yang dapat diserap oleh akar. Nitrogen, Fosfor dan Kalsium dapat diserap dan dikumpulkan dalam mantel lebih cepat dan disimpan dalam periode yang lebih lama dibandingkan akar yang tidak bermikoriza.

Jumlah spora yang ditemukan paling banyak di areal tanaman hortikultura dibandingkan di areal tanaman perkebunan. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti vegetasi inang, pH, C-Organik, P tersedia dan mikoriza itu sendiri. Delvian (2003) dalam Puspitasari *et al.* (2012) menyebutkan curah hujan yang menurun cenderung meningkatkan jumlah spora, dan tingkat kelembaban tanah yang berubah mempengaruhi sporulasi atau jumlah spora. Kondisi cekaman air tidak menekan pertumbuhan mikoriza, tetapi mendorong perkembangan akar lateral, dan setelah kondisi cekaman berakhir terjadi peningkatan kecepatan pemanjangan akar dan jumlah mikoriza. Prayogo *et al.* (2021) menyebutkan pengelolaan lahan yang intensif menghasilkan kelimpahan biomassa mikoriza yang lebih tinggi yang menyebabkan peningkatan P tanah dan serapan P bersamaan dengan infeksi mikoriza. Vegetasi tanaman yang terganggu atau berubah akibat pola tanam petani atau kondisi cekaman yang meningkat menyebabkan FMA membentuk

spora lebih banyak. Areal pertanaman hortikultura merupakan daerah yang diolah secara intensif setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan jumlah spora yang ditemukan cenderung meningkat dibandingkan tanaman perkebunan yang ekosistemnya cenderung stabil. Samsi *et al.* (2017) menyebutkan pada tanah dengan kandungan C organik rendah lebih banyak jumlah spora yang ditemukan dibandingkan dengan C organik tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Puspitasari *et al.* (2012) yang menyebutkan kandungan C organik rendah memiliki jumlah spora tertinggi.

Areal perkebunan merupakan kawasan yang dikelola lebih dari 10 tahun. Tanaman yang ditanam diduga tidak dilakukan pemeliharaan. Hal ini terlihat dengan tinggi tanaman yang lebih dari 5 meter dengan tajuk tanaman yang tumpang tindih khususnya untuk tanaman kakao dan kopi. Dengan kondisi tersebut dan dengan adanya bahan organik yang dihasilkan dari seresah tanaman meningkatkan kelembaban tanah sehingga menyebabkan proses sporulasi lebih rendah yang berdampak terhadap penurunan jumlah spora. Hardjowigeno (2003) dalam Burhanuddin (2012) menyebutkan kemampuan tanah dalam mengikat air dipengaruhi bahan organik sehingga kelembaban tanah yang meningkat mempengaruhi penurunan jumlah spora.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan total 1004 spora yang terdiri dari dua jenis FMA yaitu genus *Glomus* sebanyak 788 spora dan 216 spora dari genus *Acaulospora*. Areal tanaman hortikultura memiliki jumlah spora tertinggi sebesar 336 spora. Karakteristik bentuk spora dominan bulat lonjong dan berwarna coklat

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada masyarakat Desa Pemo khususnya Petani dan seluruh pihak yang sudah membantu kelancaran jalannya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, L., Septian, M. H., & Sihite, M. (2021). Potensi Pemanfaatan Mikoriza arbuskula (Am) pada Lahan Hijauan Pakan. *Journal of Livestock Science and Production*, 5(1), 362–370.
- Abdollahi, M., & Sadeghi Lari, F. (2021). Effect of Mycorrhiza fertilizer on physiological traits and economical yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) under water stress conditions. *Journal of Vegetables Sciences*, 9(5), 157–173.
<https://doi.org/10.22034/iuvs.2021.531386.1164>
- Halim, H., Mariadi, M., Karimuna, L., & Hasid, R. (2017). Peran Mikoriza Arbuskula pada Insidensi Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(5), 178.
<https://doi.org/10.14692/jfi.12.5.178>
- Asmarahman, C., Budi, S. W., Wahyudi, I., & Santoso, E. (2018). Identification of Potential Microbes of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) in Post Mining Land of PT. Holcim Indonesia Tbk, Cibinong, Bogor, West Java. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(3), 279–285.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.8.3.279-285>
- Basri, A. H. H. (2018). *Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian*. *Agrica Ekstensia*, 12(2), 74-78
- Brundrett, Mark & Bougher, Neale & Dell, B. & Grove, Tim & Malajczuk, Nick. (1996). Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. <https://doi.org/10.13140/2.1.4880.5444>.
- Burhanuddin. (2012). Keanekaragaman Jenis Jamur Mikoriza Arbuskula Pada Tanaman Jabon (*Anthocephalus spp*) (*Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on the Anthocephalus spp*). *Tenkawang Jurnal Ilmu Kehutanan*, 2 (1), 10-18.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/jt.v2i1.1633>
- Cavagnaro, T. R., Bender, S. F., Asghari, H. R., & van der Heijden, M. G. A. (2015). The role of arbuscular mycorrhizas in reducing soil nutrient loss. In *Trends in Plant Science* (Vol.

- 20, Issue 5, pp. 283–290). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2015.03.004>
- Fajariza, D. F., Muhibuddin, A., & Wahyu Sektiono, A. (2020). Pengaruh Mikoriza Terhadap Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) dalam Media Pasir Kuarsa Mengandung Kompos AMB-P0K. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 31–38.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.5>
- Fikrinda. (2015). Ekorestorasi Lahan Kering Suboptimal dengan Fungi Mikoriza Arbuskular dan Pupuk Organik. In *Prosiding Seminar Nasional* (pp. 361–369).
- Halim, H., Mariadi, M., Karimuna, L., & Hasid, R. (2017). Peran Mikoriza Arbuskula pada Insidensi Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 12(5), 178.
<https://doi.org/10.14692/jfi.12.5.178>
- Kurnia, Gusmiaty, & Lakereng, S. H. (2019). Identifikasi Dan Karakterisasi Mikoriza Pada Tegakan Nyatoh (*Palaquium* sp.) Identification and Characterization of Mycorrhizae on Nyatoh (*Palaquium* sp.) Stands. *Jurnal Perennial*, 15(1), 51–57.
<http://journal.unhas.ac.id/index.php/perennial>
- Lone, R., Shuab, R., Wani, K. A., Ganaie, M. A., Tiwari, A. K., & Koul, K. K. (2015). Mycorrhizal influence on metabolites, indigestible oligosaccharides, mineral nutrition and phytochemical constituents in onion (*Allium cepa* L.) plant. *Scientia Horticulturae*, 193, 55–61.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.06.032>
- Margarettha, Syarif, M., & Nasution, H. (2017). Efektivitas Fungi Mikoriza Arbuskular Indigen untuk Padi Gogo di Lahan Kering Marjinal. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 1(2), 185–192.
- Miska, Moh. E. E. M., Junaedi, A., Wachjar, A., & Irdika Mansur. (2016). Karakterisasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Rhizosfer Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) Characterization of Arbuscular Mycorrhizal Fungus from Sugar Palm (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) West Java and Banten. *Jurnal Silviculture Tropika*, 07(1), 18–23.
- Musafa, M. K., Aini, L. Q., & Prasetya, B. (2015). Peran Mikoriza Arbuskula Dan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* Dalam Meningkatkan Serapan P Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Andisol. In *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2), 191–197.
<http://jtsl.ub.ac.id>
- Octavianti Eka Novi, & Dini Ermavitalini. (2014). Identifikasi Mikoriza dari Lahan Desa Poteran, Pulau Poteran, Sumenep Madura. *Jurnal Sains Pomints*, 3(2), 53–57.
- Prayogo, C., Prastyaji, D., Prasetya, B., & Arfarita, N. (2021). Structure and composition of major arbuscular

- mycorrhiza (MA) under different farmer management of coffee and pine agroforestry system. *Agrivita*, 43(1), 146–163. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v1i1.2639>
- Puspitasari, D., Purani, K. I., & Muhibuddin, A. (2012). Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenous pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1, 19–22. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v1i1.1119>
- Rajpurohit, S. S., & Jaiswal, P. (2022). Ecological Study of Mycorrhiza in Kota District of Rajasthan, India. In *International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM)*, 10 (9), 620-626.
- Samsi, N., Pata, Y. S., & Rahim Thaha, A. (2017). Isolasi Dan Identifikasi Morfologi Spora Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Daerah Perakaran Beberapa Tanaman Hortikultura Di Lahan Pertanian Desa Sidera In *Agrotekbis*, 5 (2), 2044-211.
- Sari, S., Kumastuti, A., & Indrawati, W. (2017). Identification Arbuscular Mycorrhiza Fungi (Amf) Legume Plant On Microscopik Consevation Tillage Cropping Season To 29. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(1). <https://doi.org/10.25181/jppt.v17i1.39>
- Sastrahidayat, I.R. 2011. *Rekayasa Pupuk Hayati Mikoriza Dalam Meningkatkan Produksi Pertanian*. UB Press. Malang.
- Simanungkalit, R. D. M. (2006). *Pupuk organik dan pupuk hayati : Organic fertilizer and biofertilizer* (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian).
- Soenartiningsih. (2012). Potensi Jamur Mikoriza Arbuskular dalam Mengendalikan Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung. *Biosfera*, 29(1), 30–35.