

INFEKTIFITAS MIKORIZA ARBUSKULA ASAL RHIZOSFER TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) PADA KULTUR TRAPPING MENGGUNAKAN TANAMAN INANG KACANG HIJAU

INFECTIVITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI FROM CACAO RHIZOSPHERE (*Theobroma cacao* L) ON TRAPPING CULTURE USING GREEN BEAN PLANT

Kafrawi, Sri Muliani, Basri Baba, Syatrawati, Asmawati, Rahmat, Jumrawati Tahang, Imzakiyyah Ramadani, Nurul Magfirah Rusdi, Nurasia, dan Zahraeni Kumalawati*

Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan
Korespondensi: zahraeni.km@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat infeksi mikoriza arbiskula yang berasal dari rizosfer tanaman kakao pada kultur trapping menggunakan inang kacang hijau. Penelitian dilakukan menggunakan metode observasi deskriptif dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap jenis mikoriza arbuskula yang ditemukan dan menghitung tingkat infeksi pada bagian akar tanaman inang. Sampel tanah yang diamatai berasal dari rizosfer tanaman kakao di dua lokasi lahan yang berbeda, yaitu pada lahan datar dan lahan miring. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara diagonal dengan menentukan lima buah titik sampel, lalu tanah di setiap titik sampel pada bagian rizosfer kakao diambil sebanyak 1 kg untuk digunakan dalam kultur trapping. Tanaman kacang hijau digunakan sebagai tanaman inang dalam kultur trapping yang dipelihara selama 3 bulan kemudian diambil akarnya untuk pengamatan tingkat infeksi mikoriza. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 4 jenis mikoriza yang bersimbiosis dengan tanaman kakao pada lahan datar yaitu *Glomus cf. multicauli*, *Glomus sp.*, *Sclerocystis sinuosa* dan *Scutellospora sp. tipe 1*, sedangkan pada lahan miring terdapat 2 jenis mikoriza yaitu *Acaulospora sp.* dan *Scutellospora sp. tipe 2*. Rata-rata tingkat infeksi mikoriza arbuskula dalam kultur trapping bervariasi dari rendah (27%) hingga tinggi (67%). Tingkat persentase infeksi mikoriza arbuskula yang berasal dari rizosfer tanaman kakao dalam kultur trapping dengan menggunakan tanaman inang kacang hijau tergolong tinggi pada lahan datar (52%) dan tergolong sedang pada lahan miring (40%). Komponen Fungi Mikoriza arbuskula yang ditemukan berupa hifa, spora, vesikel dan arbuskel.

Kata kunci: Infektivitas, mikoriza arbuskula, kakao

ABSTRACT

This study aims to determine the level of infection of arbuscular mycorrhizae from cocoa rhizosphere in trap culture using mung bean host. The study was conducted using descriptive observation method by observing the types of arbuscular mycorrhizae and determining the level of infection in the roots of the host plant. Soil samples were taken from cocoa rhizosphere in two different land locations, namely on flat land and sloping land. Soil sampling was carried out diagonally by determining five sample points, then 1 kg of soil was taken at each sample point in the cocoa rhizosphere for use in trap cultivation. Mung bean plants were used as host

plants in trap cultivation which were kept for 3 months and then the roots were taken to observe the level of mycorrhizal infection. The results showed that there are 4 types of mycorrhizae that are in symbiosis with cocoa plants on flat land, namely *Glomus cf. multicauli*, *Glomus sp.*, *Sclerocystis sinuosa* and *Scutellospora sp.*, and 2 types on sloping land, namely *Acaulospora sp. type 1* and *Scutellospora sp. type 2*. The mean percentage of arbuscular mycorrhizal infections in culture trapping varied from low (27%) to high (67%). On flat land the percentage of infection is high (52%) and moderate on sloping land (40%). The components of arbuscular mycorrhizal fungi found were hyphae, spores, vesicles and arbuscles.

Keywords : *Infectivity, mikoriza, arbuskula, cocoa*

PENDAHULUAN

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan cendawan obligat fakultatif mempunyai kemampuan berasosiasi dengan 80-96% jenis tanaman walaupun efektivitasnya tidak sama untuk setiap tanaman dan berperan dalam membantu meningkatkan daya hidup ((Suharno *et al.*, 2014) dan pertumbuhan tanaman (Idhan, 2016). Cendawan ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman terutama yang ditanam pada lahan marginal yang kurang subur atau bekas tambang/industri (Suharno & Sancayaningsih, 2013). Mikoriza dapat membantu proses revegetasi lahan (Saputri *et al.*, 2016) dengan meningkatkan daya larut mineral (Sufardi *et al.*, 2013), meningkatkan pengambilan nutrisi (Ayu *et al.*, 2015), mengikat partikel tanah menjadi agregat yang stabil (Fuady, 2013) dan meningkatkan toleransi terhadap kekeringan (Amina *et al.*, 2014) serta keracunan logam (Setiadi & Setiawan, 2011).

Keanekaragaman dan penyebaran fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada tanaman perkebunan termasuk pada tanaman kakao di berbagai wilayah telah banyak diteliti, untuk pengembangan dan pemanfaatannya sebagai agen hayati dalam peningkatan produksi tanaman (Kumalawati *et al.*, 2014; Perdana *et al.*, 2014) dan ketahanan tanaman pada kondisi lahan kering maupun dalam upaya-upaya reklamasi lahan, terutama pada areal lahan tanaman perkebunan (Suharno & Sancayaningsih, 2013).

Terjadinya asosiasi antara CMA dengan tanaman dapat di ketahui dengan adanya tingkat infeksi yang terjadi pada akar. Infeksi CMA dapat diketahui dengan adanya struktur-struktur yang dihasilkan oleh CMA antara lain, yaitu: hifa, miselia, vesikula, arbuskula, maupun spora. Dengan terdapatnya satu atau lebih struktur CMA tersebut, maka dapat dikatakan terjadi asosiasi oleh CMA pada tanaman inangnya. Salah satu cara untuk mengetahui tingkat asosiasi CMA suatu jenis mikoriza dapat diketahui dengan melakukan analisa jaringan akar pada tanaman inang yang digunakan dalam kultur trapping. Kultur trapping merupakan

metode penangkaran mikoriza yang berasal dari rizosfer tanaman dalam pot-pot kultur agar diperoleh lebih banyak jumlah spora untuk selanjutnya diidentifikasi jenis-jenis maupun kelimpahannya serta tingkat infeksi pada tanaman inang (Brundrett *et al.*, 1996). Tanaman kacang hijau dapat digunakan sebagai inang perbanyak mikoriza selain tanaman jagung, sorgum, kedelai, kacang tanah, dan tanaman budidaya lainnya. Penggunaan tanaman kacang hijau sebagai inang perbanyak mikoriza berpengaruh pada peningkatan pH tanah yang lebih tinggi dibandingkan tanaman jagung (Nuridayati *et al.*, 2019). Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui tingkat infektifitas FMA asal rizosfer kakao yang tumbuh pada tipe lahan datar dan miring pada kultur trapping menggunakan inang tanaman kacang hijau.

BAHAN DAN METODE

Metode observasi deskriptif digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan tingkat/persentase infeksi mikoriza arbuskula asal tanaman kakao pada kultur trapping. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

1. Penentuan Titik Sampel.

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada dua lokasi lahan tanaman kakao dengan tipe lahan yang berbeda yaitu lahan datar dan lahan miring di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Selatan. Penentuan titik sampel tanah dilakukan secara diagonal sehingga diperoleh lima titik sampel.

2. Pengambilan Sampel Tanah Bermikoriza

Sampel tanah diambil pada daerah rizosfer tanaman kakao pada jarak radius 20 cm dari tanaman dengan kedalaman 0 - 25 cm. Jumlah sampel tanah yang diambil sekitar satu kg. Selain sampel tanah dilakukan pula pengambilan akar kakao yang masih muda, lalu dimasukkan dalam botol 20 ml yang berisi alkohol 50%.

Selanjutnya sampel tanah dikemas dalam kantong plastik bening dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan kultur trapping serta analisa kimia fisik tanah. Tanah hasil kultur trapping selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengamatan identifikasi morfologis terhadap jenis-jenis mikoriza arbuskula yang berkembang dalam kultur tersebut.

3. Kultur Trapping

Kultur trapping mikoriza dilakukan untuk memperbanyak populasi spora mikoriza yang terdapat di dalam sampel tanah dengan menggunakan inang tanaman kacang hijau yang dipelihara selama tiga bulan. Spora yang telah berkembang dan diperbanyak dalam kultur

trapping tersebut selanjutnya digunakan sebagai inokulan untuk pembuatan kultur spora mikoriza tunggal.

Sebanyak 70-80 g dari masing-masing sampel tanah bermikoriza asal rhizosfer tanaman kakao, dimasukkan kedalam gelas plastik (volume 250 g) yang telah berisi sepertiga bagian pasir steril, lalu ditambahkan kembali pasir steril hingga memenuhi volume gelas. Masing-masing pot diberi label sesuai sampel tanah. Selanjutnya masing-masing pot yang telah berisi pasir dan tanah bermikoriza ditanami 3 – 5 benih kacang hijau.

Setelah benih kacang hijau berkecambah dan tumbuh membentuk dua daun, dilakukan penjarangan menjadi 2 tanaman per pot. Tanaman kacang hijau dipelihara selama tiga bulan dengan melakukan penyiraman rutin setiap hari dan diberi pupuk cair Mamigro (25 : 6 : 6) sekali seminggu.

4. Isolasi dan Identifikasi Spora Mikoriza

Isolasi spora mikoriza dilakukan dengan metode penyaringan basah dan metode sentrifugasi gradien sukrosa (Walker *et al.*, 1982). Teknik isolasi penyaringan basah dilakukan dengan cara menimbang 100 g contoh tanah kemudian dilarutkan dalam 1000 mL air. Selanjutnya didiamkan selama beberapa menit agar partikel-partikel yang besar mengendap. Supernatant dituang kedalam saringan berdiameter berturut-turut 40 μm , 50 μm , dan 200 μm . Tahapan tersebut dilakukan sebanyak tiga kali. Spora yang tertampung pada saringan 50 μm , dan 200 μm dikumpulkan dan ditampung ke dalam tabung sentrifuge dengan cara disemprot dengan air menggunakan labu semprot. Selanjutnya disentrifugasi pada 2500 rpm selama 5 menit. Tabung dikeluarkan dari sentrifuge lalu setengah dari supernatant dibuang. Larutan yang tersisa pada tabung dicampurkan dengan larutan sukrosa 50% kemudian disentrifugasi kembali pada 1200 rpm selama 2 menit. Supernatant dituang kedalam cawan petri berdiameter 8 cm.

Spora-spora mikoriza yang diperoleh dalam cawan petri dipisah-pisahkan berdasarkan jenisnya dan dipindahkan dalam cawan yang lebih kecil (diameter 5 cm). Lalu dihitung populasi masing-masing jenis spora tersebut dalam 100 g tanah. Selanjutnya dibuat preparat masing-masing jenis spora yang berbeda, dengan cara mengambil spora (menggunakan pipet atau pinset spora) dan diletakkan dalam cawan cekung. Air yang masih terdapat dalam cawan diserap menggunakan kertas tissue. Lalu spora dipindahkan secara hati-hati di atas objek glass, ditetesi larutan PVLG dan ditutup dengan cover glass. Preparat spora mikoriza tersebut siap diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 100-400 kali. Identifikasi dilakukan berdasarkan ciri-ciri morfologi spora yang meliputi bentuk, warna, ukuran, dan ornamen pada dinding spora.

5. Pewarnaan Pada Akar (Root Staining)

Untuk membuktikan keberadaan MA pada akar tanaman kakao, maka dilakukan pewarnaan pada akar tanaman (*root staining*). Sebelum pewarnaan, akar tanaman inang dicuci terlebih dahulu hingga bersih dari tanah/pasir yang masih melekat. Kemudian akar-akar lateral dipilih, digunting dan dikumpulkan. Secara acak diambil sebanyak 5-10% dari kumpulan akar lateral tersebut, lalu dimasukkan dalam botol plastik (volume 8 mL) yang berisi alkohol 50%.

Akar dimasukkan dalam larutan KOH 10% direndam selama 24 jam, lalu dbilas dengan air selama 5 menit. Apabila akar masih nampak berwarna kehitaman direndam 1–2 menit dalam larutan 10% H₂O₂. Setelah itu akar direndam dalam larutan HCl 2% selama 24 jam. Selanjutnya akar dimasukkan dalam larutan staining yang terdiri atas 100 ml asam laktat, 100 ml gliserin, 50 ml aquades, dan 0,13 g acid fuchsin, lalu direndam selama 24 jam. Terakhir akar direndam lagi dalam larutan destaining yang terdiri atas 100 ml asam laktat, 100 ml gliserin, dan 50 ml aquades, direndam selama 24 jam dan akar siap diamati.

Sebelum pengamatan dilakukan, terlebih dahulu dibuat preparat akar. Sebanyak lima potongan dalam satu ulangan. Akar dipotong dengan panjang 1 cm diatur di atas objek glass, ditutup dengan cover glass, dan diberi label sesuai perlakuan. Selanjutnya preparat tersebut diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 10-40 kali.

6. Menghitung Tingkat Infeksi Mikoriza

Untuk menghitung infeksi Mikoriza Arbuskula (MA) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Akar Terinfeksi} = \frac{\sum \text{akar terinfeksi}}{\sum \text{seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Tingkat infeksi pada akar diklasifikasikan menurut The Instate of Mycorrhizal Research and Development, USDA Forest Service, Athena, Georgia (Setiadi *et al.*, 1992) sebagai berikut:

1. Kelas 1, bila infeksinya 0% – 5%, sangat rendah
2. Kelas 2, bila infeksinya 6% – 25%, rendah
3. Kelas 3, bila infeksinya 26% – 50%, sedang
4. Kelas 4, bila infeksinya 51% – 75%, tinggi
5. Kelas 5, bila infeksinya 76% – 100%, sangat tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

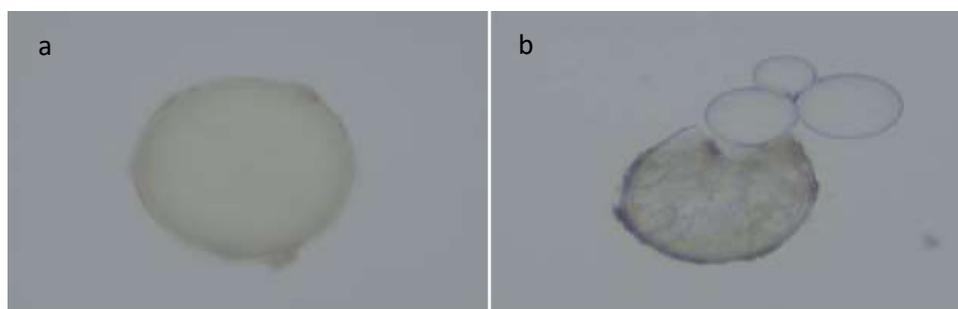
Berdasarkan hasil isolasi FMA yang terdapat pada rhizosfer tanaman kakao di lahan datar, jenis mikoriza yang ditemukan adalah *Glomus cf. Multicauli*, dan *Scutellospora sp.* Tipe 1 dengan

kelimpahan masing-masing 2 spora.100 g tanah⁻¹, *Glomus* sp., dan *Sclerocyttis sinouosa* masing-masing dengan kelimpahan 1 spora.100 g tanah⁻¹. Sedangkan jenis FMA yang terdapat pada rizosfer kakao di lahan miring yaitu *Acaulospora* sp. 1 dan *Scutellospora* sp. Tipe 2 dengan kelimpahan masing-masing 1 spora.100 g tanah⁻¹ (Gambar 1 dan 2).

Persentase infeksi FMA pada kultur trapping dari kelima sampel menunjukkan persentase yang tergolong tinggi, baik tanah asal rizosfer tanaman kakao di lahan datar (52%) maupun di lahan miring (40%) (Tabel 1 dan 2).



Gambar 1. Spora mikoriza (pembesaran 40x) yang ditemukan pada rhizosfer kakao pada tipe lahan datar. *Glomus* sp. (a) *Glomus multicaulis* (b) *Sclerocystis sinouosa* (c), dan *Scutellospora* sp. (d).



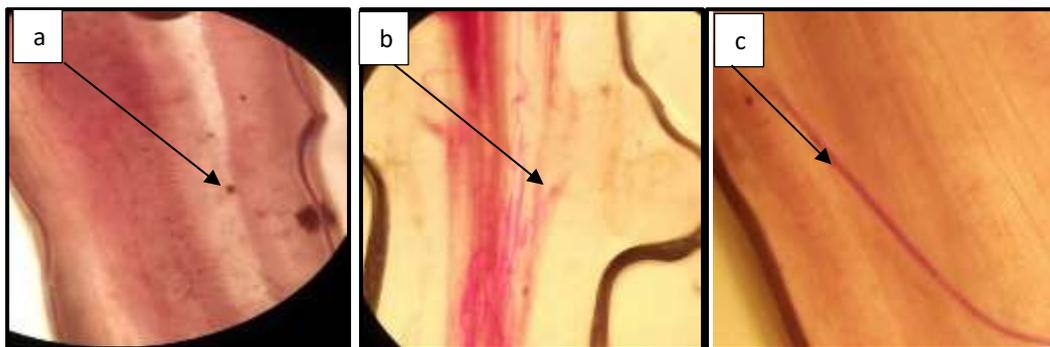
Gambar 2. Spora mikoriza (pembesaran 40x) yang ditemukan pada rhizosfer kakao pada tipe lahan miring. *Acaulospora* sp. (a), dan *Scutellospora* sp. (b).

Tabel 1. Persentase Infeksi Mikoriza Arbuskula pada Kultur Trapping Asal Rhizosfer Tanaman Kakao di Lahan Datar

Sampel	Pesentase Infeksi (%)					Rata-rata (%)	Kategori
	1	2	3	4	5		
1	33	33	17	100	100	57	Tinggi
2	17	100	33	50	33	47	Sedang
3	67	33	33	100	100	67	Tinggi
4	50	33	100	33	67	57	Tinggi
5	17	17	17	67	50	33	Rendah
Rata-rata						52	Tinggi

Tabel 2. Persentase Infeksi Mikoriza Arbuskula pada Kultur Trapping Asal Rhizosfer Tanaman Kakao di Lahan Miring

Sampel	Pesentase Infeksi (%)					Rata-rata (%)	Kategori
	1	2	3	4	5		
1	42	33	50	50	50	45	Tinggi
2	33	27	67	17	17	32	Sedang
3	67	17	67	17	67	47	Tinggi
4	33	17	53	17	17	27	Tinggi
5	27	50	33	100	33	49	Rendah
Rata-rata						40	Tinggi



Gambar 3. Infeksi FMA pada sistem perakaran tanaman inang : Spora (a), Vesikel dan Arbuskel (b), dan hifa (c)

FMA adalah salah satu jenis cendawan tanah, yang keberadaannya dalam tanah bermanfaat karena dapat meningkatkan ketersediaan dan pengambilan unsur fosfor, air, dan nutrisi lainnya, serta untuk pengendalian penyakit yang disebabkan oleh patogen tular tanah (Talanca, 2010). Mikoriza arbuskula dapat ditemukan hampir pada sebagian besar tanah dan pada umumnya tidak mempunyai inang yang spesifik. (Kartika *et al.*, 2012). Kelimpahan dan karakteristik dari jenis spesies mikoriza yang bersimbiosis dengan tanaman kakao di lahan datar dengan pada lahan miring menunjukkan komposisi jenis dan kelimpahan yang berbeda. Hal ini disebabkan perbedaan pada bentuk topografi lahannya. Beberapa faktor yang mempengaruhi efek rizosfer adalah tipe tanah, kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, umur tanaman, dan kondisi tanaman (Budyanto, 2015).

Data pengamatan persentase infeksi mikoriza, pada tanah asal tanaman kakao menunjukkan tingkat infektifitas FMA pada kultur trapping bervariasi, mulai tingkat yang terendah yaitu 17% dan yang tertinggi adalah 100% dengan rata-rata totalnya mencapai 52% (kakao di lahan datar) dan 40% (kakao di lahan miring). Berdasarkan tingkat infeksi tersebut, infektifitas mikoriza asal kakao di lahan datar tergolong tinggi dan kakao di lahan miring tergolong sedang. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi dari

keempat jenis mikoriza yang memiliki tingkat infektifitas yang relatif tidak sama. Proses infeksi mikoriza dipengaruhi oleh perkecambahan spora-spora atau propagul cendawan lainnya, pertumbuhan hifa dalam tanah, dan posisi *entry point* pada akar tanaman. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses-proses diatas dipengaruhi oleh eksudat akar, kesuburan tanah dan ketersediaan air tanah. Setiap tahap-tahap ini dapat merupakan tahap pembatas dalam proses pembentukan MA. Infeksi sekunder sangat dipengaruhi oleh fisiologi tanaman inang, karena kebanyakan energi bagi penyebaran hifa diperoleh dari hasil fotosintesis yang ditranslokasikan dari tanaman ke cendawan, baik melalui arbuskula maupun melalui hifa internal (Delvian, 2005).

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat benang-benang hifa didalam jaringan akar tanaman inang. Adanya jaringan hifa tersebut membuktikan terjadinya infeksi mikoriza sebagai proses simbiosis antara mikoriza arbuskula dengan tanaman inang. Mekanisme spora mikoriza menginfeksi akar tanaman diawali dengan perkecambahan spora membentuk hifa eksternal. Kemudian hifa eksternal membentuk apresorium pada permukaan akar, apresorium tersebut masuk kedalam akar melalui celah antar epidermis. selanjutnya membentuk hifa intraselular di sepanjang epidermis akar. Setelah berlangsung terbentuklah arbuskular dan vesicular (Wirawan, 2014).

KESIMPULAN

1. Tingkat persentase infeksi mikoriza arbuskula yang berasal dari rhizosfer tanaman kakao dalam kultur trapping dengan menggunakan tanaman inang kacang hijau tergolong tinggi pada lahan datar (52%) dan tergolong sedang pada lahan miring (40%).
2. Komponen Fungi Mikoriza arbuskula yang ditemukan berupa hifa, spora, vesikel dan arbuskel.

DAFTAR PUSTAKA

- Amina, S., Yusran, & Irmasari. (2014). Pengaruh dua spesies fungi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan dan ketahanan semai kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.) pada cekaman kekeringan. *Warta Rimba*, 2, 96–104.
- Ayu, P. S., Noli, Z. A., & Solfiyeni. (2015). Pertumbuhan rumput kerbau (*Paspalum conjugatum* Berg.) yang diinokulasi beberapa dosis Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) pada media yang mengandung merkuri (Hg). *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 4(2), 107–112.

- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. International mycorrhizal workshop in Kaiping - China*. ACIAR Monograph. Mycorrhizas for Forestry And Agriculture.
- Budiyanto, G. (2015). *Interaksi biologi nitrogen dalam tanah*. Makalah Kuliah Umum. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Delvian. (2005). *Respon pertumbuhan dan perkembangan cendawan Mikoriza Arbuskula Dan tanaman terhadap salinitas tanah*. www.library.usu.ac.id.
- Fuady, Z. (2013). kontribusi cendawan Mikoriza Arbuskular terhadap pembentukan agregat tanah dan pertumbuhan tanaman. *Lentera*, 13, 7–15.
- Idhan, A. (2016). *aplikasi mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman kakao (Theobroma Cacao L.) Di Kabupaten Gowa*. 01(01), 1–11. www.journal.unismuh.ac.id/perspektif
- Kartika, E., Lizawati, L., & Hamzah, H. (2012). *Isolation, identification and purification of Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) from Coal Post Mining Soil*. 1(4), 225–235.
- Kumalawati, Z., Musa, Y., Amin, N., Asrul, L., & Ridwan, I. (2014). Exploration Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi from sugarcane rhizosphere in South Sulawesi. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 3(1), 2013–2015.
- Nuridayati, S. S., Prasetya, B., & Kurniawan, S. (2019). Perbanyakkan berbagai jenis mikoriza arbuskula di berbagai jenis tanaman inang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), 1375–1385. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2019.006.2.18>
- Perdana, J. F., Murniati, & Ariani, E. (2014). Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) untuk pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit (*Elaeis gueneensis* Jacq.) di pembibitan awal. *Jom Paperta*, 1(2), 1-6
- Saputri, Y. E., Aneloi, Z., Suwirman, N., Fisiologi, L., & Biologi, T. J. (2016). Respon pertumbuhan tanaman *Desmodium heterophyllum* Willd D.C dengan pemberian FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR (FMA) Pada tanah lahan bekas tambang batubara Sawahlunto. *Jurnal Biocelebes*, 10(2), 1978–6417.
- Setiadi, Y., & Setiawan, A. (2011). Studi status fungi mikoriza arbuskula di areal rehabilitasi pasca penambangan nikel. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 03(01), 88–95.
- Sufardi, Syakur, & Karnilawati. (2013). Organic Ameliorant and Mycorrhiza Increase Soil Phosphate Status and Maize Yield on Andisol. *Jurnal Agrista*, 17(1), 1–48.
- Suharno, & Sancayaningsih, R. P. (2013). Fungi Mikoriza Arbuskula: Potensi teknologi mikorizoremediasi logam berat dalam rehabilitasi lahan tambang. *Bioteknologi*, 10(1), 23–34. <https://doi.org/10.13057/biotek/c100104>
- Suharno, Sancayaningsih, R. P., Soetarto, E. S., & Kasiamdari, R. S. (2014). Keberadaan fungi mikoriza arbuskula di Kawasan Tailing Tambang Emas Timika sebagai upaya rehabilitasi lahan ramah lingkungan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(3), 295–303.

Talanca, H. (2010). Status Cendawan Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA) pada tanaman. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Sulawesi Selatan., 353–357.

Wirawan, G. A. (2014). *Identifikasifungi mikoriza arbuskular secara mikroskrropis pada rhizosfer tanaman alang-alang*. Skripsi. Bali: Universitas Udayana.