

**EFEKTIVITAS TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*) DAN KACANG HIJAU
(*Vigna radiata*) SEBAGAI MEDIA PEMBIAKAN FUNGI
MIKORIZA ARBUSKULA (FMA)**

***EFFECTIVENESS OF CORN (*Zea mays*) AND GREEN BEANS
(*Vigna radiata*) AS A MEDIA FOR CULTIVATING
ARBUSCULAR MYCORRHIZAE (FMA)***

Audy Yanti Mony¹, Johan Matinahoru², Miranda Hadijah^{3*}

^{1,2,3}*Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon
Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233*

**Email Korespondensi: mirandahadijah79@gmail.com*

ABSTRAK

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) berperan untuk menunjang pertumbuhan berbagai tanaman di beberapa kondisi tertentu. FMA tidak dapat hidup pada media buatan karena memerlukan tanaman inang yang bersifat obligatif simbiotik yang dilakukan dalam proses pembuatan inokulum. Tujuan penelitian untuk mengetahui efektifitas akar jagung dan kacang hijau sebagai media pembiakan jamur mikoriza arbuskula. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor. Pengamatan sampel pertumbuhan benih jagung dan kacang hijau dilakukan dengan mengamati sampel yang diletakkan pada kaca preparat dibawah mikroskop. Hasil penelitian menunjukan Tanaman jagung lebih efektif sebagai media pembiakan fungi mikoriza arbuskula (FMA) dibandingkan dengan tanaman kacang hijau dan akar tanaman jagung terinfeksi lebih tinggi yaitu sebesar 57,33% dibandingkan dengan akar tanaman kacang hijau yaitu 44,00%

Kata Kunci: Tanaman, Media Pembiakan, Fungi Mikoriza Arbuskula, FMA

ABSTRACT

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) play a role in supporting the growth of various plants under certain conditions. AMF cannot survive in artificial media because they require a host plant for obligate symbiosis, which is necessary during the inoculum production process. The purpose of this study was to determine the effectiveness of corn and green bean roots as a breeding medium for arbuscular mycorrhizal fungi. The method used in this research used a two-factor completely randomized design (CRD). Observation of samples of the growth of corn and green bean seeds was carried out by observing samples placed on glass slides under a microscope. The results of the research showed that corn plants were more effective as a breeding medium for arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) compared to green bean plants and the roots of corn plants were infected at a higher rate, namely 57.33% compared to the roots of green bean plants, namely 44.00%.

Keywords: *Plants, Cultivation media, Arbuscular mycorrhizal fungi, AMF*

PENDAHULUAN

Pada tahun 1885, mikoriza ditemukan pertama kali oleh Albert Bernhard Frank, Mikoriza dalam bahasa Yunani yaitu *mycorrhizae* yang artinya “Jamur akar” dan memiliki hubungan simbiotik antara jamur dengan akar tumbuhan. Hubungan antara mikoriza dan akar tumbuhan ini adalah hubungan mutualisme yaitu hubungan yang saling menguntungkan. Lebih dari 80% tumbuhan mempunyai hubungan simbiotik dengan fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan mempunyai tugas

yang penting dalam produktivitas tanaman, pertumbuhan dan kesehatan (Rao, 1994). Menggunakan tanah yang terinfeksi merupakan cara umum untuk mengintroduksi fungi mikoriza (Mosse, 1981).

Inokulum tanah adalah inokulum alami yang paling ekonomis dan sederhana dalam teknologi. Penggunaan inokulum tanah keuntungannya dalam media tanah ikut terbawa oleh tanah yang kaya unsur hara, dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Propagul FMA atau inokulum terdiri atas tanah yang terinfeksi fungi, spora dan hifa. Kelimpahan propagul dan ciri mikoriza dalam tanah akan bervariasi tergantung pada responsnya terhadap perubahan tanah. Jasper, dkk (1977) mengemukakan bahwa di hutan alam, lebih cocok jaringan hifa dipakai sebagai awal kolonisasi mikoriza arbuskula.

Penelitian yang banyak dilakukan telah menyatakan bahwa FMA berperan untuk menunjang pertumbuhan berbagai tanaman di beberapa kondisi. Pada tahun 2000 diperoleh hasil yang baik dari penggunaan dosis 15g inokulum FMA per/lubang tanam (Muzar, 2000). Mikroriza membantu tanaman untuk bertahan hidup pada kondisi tanah yang bersalinitas, menghadapi kekeringan, dan kekurangan fosfor pada tanah. Mikoriza memberi manfaat pada pertumbuhan tanaman serta memasok 20-30% kebutuhan pupuk fosfor (Sutanto, 2002).

FMA tidak dapat hidup pada media buatan karena memerlukan tanaman inang yang bersifat obligatif simbiotik yang dilakukan dalam proses pembuatan inokulum FMA. Peran perakaran tanaman inang sangat berpengaruh pada kualitas inokulum yang dihasilkan. Karena akar tanaman berperan sebagai tempat kolonisasi mikroorganisme yang membentuk inokulum. Kriteria utama dalam memilih tanaman inang adalah memiliki tinggi potensi dalam membentuk mikoriza, seperti kemampuan untuk diserang oleh FMA strain dan meningkatkan pertumbuhan serta produksi spora FMA yang tinggi. Selain itu, tanaman ini juga memiliki kemampuan tumbuh baik di lingkungan pertumbuhan, serta mempunyai sistem akar yang luas dan kokoh namun memiliki kadar lignin rendah atau tidak mengalami lignifikasi (Herryawan, 2012).

Struble dan Skipper (1988) tanaman Bahia (*Paspalum notatum* Flugge), Bawang daun (*Allium porrum* L), Jagung (*Zea mays*), Sorgum (*Sorghum bicolor*), Pueri (*Pueraria javanica* L) dan rumput adalah tanaman yang umum yang dipakai sebagai inang dalam perbanyakan/persebaran inokulum. Perbanyakan inokulum FMA bertujuan untuk menghasilkan inokulum berkualitas tinggi yang konsisten untuk pengguna. Tinggi mutu merujuk pada kemampuan inokulum untuk cepat membentuk koloni yang akarnya tinggi, minim/tanpa kontaminasi oleh mikroorganisme lain terutama yang sifatnya patogen, dan bermanfaat dalam mempromosikan pertumbuhan tanaman inang. (Feldman dan Idczak, 1992).

Alasan memilih tanah dari rhizosper akar tegakan pohon samama adalah karena hasil penelitian Lica, dkk (2020) menemukan bahwa endomikorhiza juga berhabitat pada rhizosper akar samama pada jenis tanah ultisol, entisol dan inceptisol. Tanah entisol terbentuk di daerah dengan material induk yang baru terendapkan atau di daerah yang mengalami erosi cepat atau pengendapan

yang lebih lambat daripada pembentukan tanah; Inceptisol adalah jenis tanah yang belum matang sepenuhnya, dan perkembangan profilnya lebih lemah bila dibanding tanah matang yang masih menunjukkan sifatnya mirip dengan material induknya; Ultisol, di sisi lain, adalah tanah dengan akumulasi liat pada horizon bagian bawah, juga dikategorikan dalam tanah podsolik merah kuning, hidromorf kelabu dan latosol. Umumnya berwarna merah hingga kuning disebabkan oleh tingginya kandungan Mn, Al, dan Fe (Luturmas, *et al.* 2017). Berdasarkan uraian sebelumnya di atas maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektifitas akar jagung dan kacang hijau sebagai media pembiakan jamur mikoriza arbuskula.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian telah berlangsung dalam 4 (empat) bulan yaitu dari Januari s.d. April 2022 dan pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 lokasi yaitu di Desa Hatusua dan Desa Uraur Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat dan Desa Poka disekitar Kampus Unpatti Ambon. Penanaman dan pengamatan pertumbuhan tanaman dilaksanakan di Desa Tial Kecamatan Salahutu selama 3 bulan dimana pengamatan dimulai sejak tanaman berumur 1 bulan. Selanjutnya, pewarnaan dan pengamatan akar tanaman dilakukan di Laboratorium Bioteknologi FMIPA Universitas Pattimura.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat:

1	Sekop kecil	Menggali tanah
2	Parang	Membersihkan lokasi pengambilan sampel
3	Karung	Untuk dipakai untuk menampung tanah
4	Ayakan	Untuk memisahkan tanah dari batuan dan menghaluskan tanah
5	Gunting	Untuk memotong akar tanaman
6	Polibag	Untuk sebagai media pembiakan
7	Kaca preparat	Untuk meletakkan spora yang akan diamati
8	Kaca penutup	Menutup preparat yang akan diamati
9	Kertas Label	Untuk memberikan kode nama sampel
10	Pinset	Untuk menyusun akar pada kaca preparat
11	Mikroskop	Untuk melihat inokulum sampel yang di amati
23	Pinset spora	Untuk menghitung jumlah spora
24	Kamera	Untuk dokumentasi gambar

Bahan

- | | | |
|---|--|---|
| 1 | Air Destilata/Aquades | Untuk membersihkan akar |
| 2 | KOH 10% | Untuk merendam akar |
| 3 | H ₂ O ₂ | Untuk merendam akar apabila akar masih berwarna kelam |
| 4 | Larutan <i>destaining asetogliserol</i> (500 ml asetogliserol + 450 ml H ₂ O + 50 ml cuka komersil 25%) | Bahan pengurang/pencuci warna |
| 5 | Cuka komersil 25% | Untuk merendam akar |

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan

a. Persiapan Media Tanam

Penggunaan media tanam yang tanahnya berasal dari bawah tegakan samama dimana tanah tersebut sebagian disterilkan dan sebagian lagi dibiarkan mengandung FMA. Media disterilkan menggunakan cara penjemuran di bawah paparan sinar matahari hingga kering dan berlangsung selama 2 hari. Tanah-tanah tersebut dibersihkan dengan cara diayak lalu dimasukkan dalam plastik polibag.

b. Penyemaian Benih Jagung dan Kacang Hijau

Benih jagung (*Zea mays*) dan kacang hijau (*Vigna radiata*) disemai terlebih dahulu selama 3 bulan. Tiap polybag ditanam 2 semai kemudian akan diambil 1 semai yang pertumbuhannya baik. Penyemaian dilakukan menggunakan media tanah yang telah disterilkan. Selama penyemaian dilakukan penyiraman setiap hari saat pagi dan sore.

Tahap Pelaksanaan

Pemanenan

Pemanenan dilaksanakan setelah tanaman berumur 3 (tiga) bulan. Pada saat itu juga dilakukan pemotongan akar sekunder dan tersier untuk pengamatan infeksi akar bermikoriza pada akar Jagung dan Kacang Hijau.

Pewarnaan dan Pengamatan Kolonisasi Akar

Variabel pengamatan persentase infeksi akar jagung dan kacang hijau oleh endomikoriza dapat diamati dengan cara pewarnaan akar menggunakan larutan tinta-cuka oleh Nusantara (2011) sebagai berikut.

- Bahan:
 1. Aquades.
 2. Larutan cuka komersial 5% (volume/volume): masukkan 200 ml cuka 25% ke dalam gelas ukur dengan volume 1000 ml, lalu tambahkan aquades sampai batas garis.
 3. Larutan campuran tinta-cuka 5%: tuang 50 ml tinta printer Epson 664 (blue) dalam gelas ukur 50 ml, kemudian dituang kedalam labu takar dengan ukuran 1000 ml lalu tambahkan larutan cuka 5% sampai batas garis.
 4. Larutan *destaining asetogliserol*: campur 500 ml gliserol + 450 ml aquades + 50 ml cuka komersial 5% dalam labu takar 1000 ml.
- Cara kerja:
 1. Mencuci akar dengan air mengalir hingga bersih, diulang 3x sampai cukup bersih, dan memotong akar sepanjang 1 cm.
 2. Kemudian akarnya direndam selama 24 jam dalam KOH 10%
 3. Akar yang warnanya masih kelam, perlu diberikan H₂O₂ alkalin beberapa tetes dan mencuci akar dengan air mengalir sebanyak 3x.
 4. Kemudian direndam dengan larutan tinta Epson 664 dan larutan cuka komersial 5% selama 48 jam dengan suhu ruangan.
 5. Larutan *destaining* digunakan untuk menghilangkan kelebihan bahan pewarna dari akar yang direndam di dalamnya.
 6. Setelah proses pewarnaan selesai, selanjutnya akar diatur pada kaca preparat dengan 5 potongan di sisi kiri dan 5 potongan di sisi kanan, kemudian ditutup dengan kaca penutup. Setelah itu, menggunakan mikroskop. Setiap akar yang terinfeksi dari 10 potong tersebut dicatat.

Parameter yang Diukur

Parameter yang diukur adalah Persentase akar bermikoriza yang dilakukan diakhir penelitian. Perhitungan persentase akar bermikoriza dihitung dengan cara menurut Giovenatti dan Mosse (1980) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Persentase mikoriza} = \frac{\text{Jumlah akar bermikoriza}}{\text{Jumlah akar bermikoriza} + \text{jumlah akar yang tidak bermikoriza}} \times 100\%$$

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak Lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan, 3 ulangan dan tiap ulangan terdiri dari 5 sampel tanaman sehingga jumlah keseluruhan satuan percobaan adalah $2 \times 3 \times 5 = 30$.

- J = Tanaman jagung dengan inokulasi
- K = Tanaman kacang hijau dengan inokulasi

Model statistik adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu_i + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

dimana:

- Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = rata-rata umum
- τ_i = pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- $i = 1, 2, \dots, t$ dan $j = 1, 2, \dots, r$

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan uji F pada taraf kepercayaan 95% dan 99% untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan.

Uji Lanjut

Dilakukan jika pengaruh perlakuan memberikan hasil yang nyata atau sangat nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap akar tanaman jagung (*Zea maays*) dan kacang hijau (*Vigna radiata*) yang diberi perlakuan inokulasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) selama 3 bulan menunjukkan bahwa jamur mikoriza mampu bersimbiosis dengan akar jagung dan kacang hijau. Ini dapat dilihat dari hasil pengamatan dan perhitungan terhadap rata-rata persentase infeksi pada akar seperti yang pada Tabel 1. Sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata Persentase (%) Infeksi Mikoriza pada Akar Tanaman Jagung (*Zea maays*) dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*).

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
Jagung	52,00	60,00	60,00	172,00	57,333
Kacang Hijau	42,67	46,67	42,67	132,01	44,003
Total				304,01	50,668

Hasil Tabel 1. menunjukkan bahwa akar tanaman jagung terinfeksi lebih tinggi yaitu sebesar 57,33 % dibandingkan dengan akar tanaman kacang hijau yaitu sebesar 44,00 %. Untuk mengetahui adanya pengaruh yang signifikan dari perlakuan jenis tanaman maka dilakukan analisis sidik ragam yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 .

Tabel 2. Hasil analisis sidik ragam pengaruh inokulasi jamur mikoriza (FMA) terhadap rata-rata persentase infeksi akar tanaman jagung dan kacang hijau selama 2 (dua) bulan di persemaian.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftab	
					0,05	0,01
Perlakuan	1	266,533	266,533	19,99*	7,71	21,20
Galat	4	53,333	13,333			
Total	5	319,867				

Keterangan: * = Perlakuan berpengaruh nyata pada taraf kepercayaan 5% dan 1%

Berdasarkan data Tabel 2. maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5% untuk melihat perbedaan pengaruh dari tiap perlakuan seperti yang tercantum pada Tabel 3. Penggunaan uji lanjut BNJ berdasarkan nilai koefisien keragaman (KK).

Koefisien Keragaman (KK) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$KK = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{y}} \times 100\%$$

$$KK = \sqrt{\frac{13,333}{50,668}} \times 100\% = 7,21 \%$$

Nilai BNJ_{0,05} = 3,93

Nilai BNJ Hitung:

$$BNJ_{\alpha} = q(p, db \text{ galat}, \alpha) \sqrt{\frac{KT \text{ Galat}}{r}}$$

$$BNJ_{0,05} = 3,93 \times \sqrt{\frac{13,333}{3}} = 8,286$$

Tabel 3. Uji Beda Rata-rata Perlakuan Berdasarkan Nilai Uji BNJ

Perlakuan	Rata-Rata persentase infeksi	Selish	Notasi
Jagung	57,333	0,00	a
Kacang Hijau	44,003	13,33	b

Keterangan: Penentuan notasi berdasarkan perbandingan nilai uji BNJ dengan nilai selisih antara rata-rata persentase infeksi mikoriza Jagung dan kacang Hijau (8,286<13,33)

pohon. Arbuskula terbentuk di dalam sel kortek dimana hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan luas permukaan plasmolema akar hingga 2-3 kali lipat. Plasmolema ini merupakan perantara penting dalam perpindahan nutrisi antara tanaman dan jamur. Hifa eksternal mendukung reproduksi jamur dan transportasi karbon serta nutrisi ke dalam spora. Selain itu, hifa ini menyerap nutrisi dari tanah untuk tanaman (Simanungkalit dkk., 2006).

Selain itu jika ditinjau dari struktur fisik akar maka tanaman jagung memiliki struktur fisik akar yang lebih baik dan lebih besar dari pada kacang hijau dan tanaman jagung lebih responsif terhadap penyerapan hara yang disediakan oleh jamur mikoriza. Sedangkan tanaman kacang hijau merupakan jenis tanaman polong-polongan yang lebih responsif terhadap penyerapan unsur hara nitrogen yang disediakan melalui kerja sama bakteri rhizobium dan akar tanaman kacang hijau melalui proses nitrifikasi.

Peningkatan persentase infeksi mikoriza disebabkan oleh kemampuan mikoriza melakukan interaksi dengan mikroorganisme tanah serta akar dalam peningkatan persentase infeksi mikoriza. Penyerapan unsur hara dapat ditingkatkan melalui peran mikoriza, yang secara khusus meningkatkan penyerapan fosfat dan unsur hara lainnya. Hal ini mendorong perkembangan akar-akar halus, sehingga meningkatkan efisiensi serapan hara dan secara keseluruhan mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal (Husin, 1997).

Tanah dengan unsur hara rendah memiliki kandungan FMA yang tinggi. Cenderung memiliki tingkat infeksi FMA yang rendah. Hal ini terjadi karena tanaman membutuhkan peran FMA untuk meningkatkan unsur hara dapat menyerap dan tidak tersedia pada tanah yang kekurangan hara, namun FMA menjadi kurang efektif pada tanah yang sudah memiliki kandungan hara yang cukup di rhizosfer (Sartika, 2018).

Mikoriza berperan dalam pertumbuhan tanaman lebih baik seperti kondisi tanaman yang kekurangan unsur hara seperti N dan P, dan hubungan simbiosis antara tanaman dan mikoriza lebih baik pada kondisi tersebut. Faktor terpenting dalam penyediaan pupuk organik mikoriza adalah pengaruhnya yang signifikan terhadap rasio akar mikoriza tanaman jagung dan kacang hijau. Mikoriza dapat melakukan infeksi akar tanaman jagung dan kacang hijau, hal ini diduga memungkinkan mikoriza dapat beradaptasi lebih baik terhadap lingkungannya dan juga dengan akar tanaman jagung dan kacang hijau. Vidyastuti dan Kramadibrata (1993) menyatakan rendah atau tingginya tingkat infeksi mikoriza sering kali dinyatakan oleh kesesuaian mikoriza dengan tanaman, interaksinya dan faktor lingkungan, serta yang dihasilkan tanaman yaitu senyawa kimia.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Tanaman jagung lebih efektif sebagai media pembiakan fungi mikoriza arbuskula (FMA) dibandingkan dengan tanaman kacang hijau
2. Rata-rata persentase infeksi akar Jagung lebih besar yaitu 57,33 % dibandingkan dengan kacang hijau yaitu 44 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Feldman F, Idczak E. 1992. Inoculum Production of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Use in Tropical Nurseries. *Methods in Microbiology*. 24:339-357.
- Gianinazzi-Pearson, V., & Diem, H. G. (1982). Endomycorrhizae in the tropics. In *Microbiology of tropical soils and plant productivity* (pp. 209-251). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Herryawan, K.M. 2012. Perbanyak inokulum fungi mikoriza arbuskular (FMA) secara sederhana. *Jurnal Pastura* 2(2):57-60.
- Husin, E.F. 2000. Cendawan Mikoriza Arbuskula. Fakultas Pertanian Universitas Andalas: Padang.
- Lica, E. N., Johan M. Matinahoru, Miranda H. Hadijah. 2020. Eksplorasi Fungi Mikoriza arbuskula (FMA) pada Rhizosfer Tanaman Samama (*Anthocephalus macrophyllus*) Asal Daerah Maluku. *MAKILA Jurnal Penelitian Kehutanan*.
- Luturmas, F. Y. R., Sri, W. B., Irdika, M. (2017). Efektifitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Serta Pupuk Nitrogen dan Fosfat terhadap Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb.). *jurnal silvikultur tropika* Vol. 08 No. 1, April 2017, ISSN: 2086-8227, 6.
- Mosse, B., Stribley, D. P., & LeTacon, F. (1981). Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi. In *Advances in microbial ecology* (pp. 137-210). Boston, MA: Springer US.
- Muzar, A. 2000. Respons Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Kultivar Arjuna dengan Populasi Tanaman Bervariasi terhadap Mikoriza Vesikula Arbuskular (MVA).
- Musfal, M. (2010). Potensi cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), 154-158.
- Nuhamara, S.T. 1944. Peranan Mikoriza untuk Reklamasi Lahan Kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikrobiologi.
- Nusantara, A. D., 2011. Pengembangan dan Pemanfaatan Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula Berbasis Bahan Alami Untuk Produksi Bibit Jati (*Tectona garandis* L.f). [Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor].
- Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman. 30 P. Universitas Indonesia. Ui-Press. Jakarta.

- Sartika, dkk. 2018. Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) di bawah tegakan cemara laut (*casuarina equisetifolia*) pada beberapa kedalaman tanah. Skripsi Fakultas Kehutanan. Universitas Sumatra Utara.
- Simanungkalit, dkk. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai besar penelitian dan pengembangan sumber daya lahan pertanian, Bogor.
- Sieverding, E., Friedrichsen, J., & Suden, W. (1991). *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems* (No. 224).
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. Yogyakarta.
- Struble, J. E., & Skipper, H. D. (1988). Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungal spore production as influenced by plant species. *Plant and Soil*, 109, 277-280
- Widiastuti, H. dan Kramadibrata K. 1993. Identifikasi jamur mikoriza bervesikula arbuskula di beberapa kebun kelapa sawit di Jawa Barat. *Menara Perkebunan*, No. 61(1) : 13-19
- Widiatma, P. S., Wirawan, I. G. P., & I. G. K. Susrama 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 Agroekoteknologi Tropika*. 4(4), 253-263.