

PENGARUH MIKORIZA +MHB TERHADAP SERAPAN FOSFAT DAN DERAJAT INFEKSI AKAR BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)

Desy Putri Islamiyah^{1*}, Imam Mudakir², Pujiastuti³

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37, Jember 68121

Abstract: Giving mycorrhizae to increase phosphate uptake to arabica coffee seedlings. This research is laboratory experimental. The study was conducted for eight weeks. The purpose of this study was to examine the effect of mycorrhiza +MHB on phosphate uptake and degree of root infection of coffee seeds. This research used Complete Random Design (RAL) with four levels of 0 g (m₀), 5 g (m₁), 10 g (m₂), 15 g (m₃). The data obtained were analyzed using Anova and LSD advanced test. From the results of this study can be concluded that giving mycorrhiza +MHB significantly influence on phosphate uptake and degree of root infection of arabica coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) Treatment with 15 g of mycorrhiza +MHB showed the best results on phosphate uptake and degree of root infection with other treatment.

Keywords: *Coffea arabica* L., phosphate uptake, mycorrhiza, MHB.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan tanaman tropis yang dapat tumbuh dengan baik hampir di semua tempat, kecuali pada tempat yang terlalu tinggi dengan suhu yang terlalu dingin. Indonesia sebagai negara tropis menyediakan tempat tumbuh yang baik bagi tanaman kopi. Luas lahan 1.230.001 ha, dan produksi 639.412 ton untuk kopi Robusta dan Arabika dengan volume ekspor 502 ton atau US \$ 1.197,7 juta yang di dominasi *greenbean* dan arabika ke Eropa dan Amerika. Oleh karenanya Indonesia menjadi produsen kopi keempat setelah Brazil, Vietnam, dan Kolombia (Ditjenbun, 2017).

Secara umum terdapat dua spesies tanaman kopi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea robusta*). Komposisi produksi kopi dunia pada tahun 2013 dan 2014 diperkirakan 58,61% berupa kopi arabika dan 41,39% berupa kopi robusta. Kopi arabika (*Coffea arabica*) merupakan kopi yang sering dibudidayakan di Indonesia (Kementrian Perindustrian, 2014). Peningkatan produktivitas tanaman kopi dapat dilakukan sejak masa pembibitan. Masa pembibitan merupakan masa yang penting dalam pertumbuhan kopi. Bibit yang baik akan menghasilkan buah kopi yang banyak. Sementara itu pertumbuhan bibit yang baik

¹ E-mail: desyputri1234@gmail.com

P-ISSN: 1411-5433

E-ISSN: 2502-2768

© 2017 Saintifika: Jurusan PMIPA, FKIP, Universitas Jember

<http://jurnal.unej.ac.id/index.php/STF>

dipengaruhi oleh media tanam yang digunakan. Media tanam pembibitan tanaman perkebunan pada umumnya hanya menggunakan bahan organik disamping tanah (Rosniawati, Sudirja & Hidayat, 2017). Sedangkan media yang baik merupakan media yang menyediakan cukup hara. Oleh karenanya untuk menjaga ketersediaan unsur hara perlu penambahan bahan organik sebagai salah satu bahan pembenah tanah yang dapat berperan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, baik sifat fisik, kimia maupun biologi tanah (Indrawan, Kusumastuti & Utoyo, 2015).

Salah satu alternatif untuk meningkatkan kandungan hara tanah adalah dengan memanfaatkan adanya mikoriza. Mikoriza diketahui dapat berinteraksi positif dengan bahan organik di dalam tanah, termasuk pada lahan-lahan bermasalah seperti lahan yang mengalami cekaman kekeringan (Nurbaity, Herdiyantoro & Setiawan, 2007). Pada tanah dengan pH asam yang sulit menyediakan unsur hara makro juga dapat diperbaiki dengan penambahan fungi mikoriza. Hal ini karena jamur mikoriza memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, antara lain meningkatkan serapan fosfat (P) dan unsur hara lainnya, seperti N, K, Zn, Co, S dan Mo, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, dan memperbaiki agregat tanah (Sukarno, 2003).

Keuntungan tanaman dengan keberadaan mikoriza di akar adalah meningkatkan serapan fosfor (P) dalam bentuk fosfat. Hal ini karena mikoriza yang menginfeksi akar tanaman mampu mengeluarkan enzim fosfatase dan asam organik sehingga fosfat tersedia pada tanah yang kahat P (Nasution, Sabrina & Fauzi, 2014). Peningkatan aktivitas fosfatase pada permukaan akar akibat infeksi mikoriza menyebabkan P dibebaskan dari fosfat organik pada daerah dekat permukaan sel sehingga dapat diserap melalui mekanisme serapan hara (Asyiah, Wiryadiputra & Harni 2014). Fosfor (P) sendiri bermanfaat untuk membantu pembentukan protein dan mineral yang penting bagi tanaman, unsur hara P juga bertugas mengedarkan energi keseluruh bagian tanaman, merangsang pembentukan akar (Hendri, Napitupulu & Sujalu, 2015).

Mikoriza dalam peranannya membantu akar tanaman, namun terdapat beberapa kendala yang membuat infeksi mikoriza pada akar menjadi tidak efektif sehingga akar tidak bisa bersimbiosis dengan baik, oleh karena itu dalam interaksinya dengan akar tumbuhan, mikoriza dibantu oleh organisme lain yang berinteraksi dengan saling menguntungkan (Frey-klett dan Garbaye, 2005). Organisme yang membantu meningkatkan kinerja dari mikoriza adalah *Mycorrhiza Helper Bacteria* (MHB) (Garbaye,

1994). MHB yang dapat membantu meningkatkan kinerja dari mikoriza diantaranya dari genus *Pseudomonas* dan *Bacillus*. *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* adalah dua contoh MHB yang dapat berasosiasi baik dengan mikoriza.

Mikoriza +MHB merupakan formula jamur mikoriza yang telah ditambahkan dengan *Mychorrhizal Helper Bacteria* (MHB), dengan tujuan agar spora mikoriza lebih cepat berkecambah sehingga lebih cepat pula dalam bersimbiosis dengan akar tanaman. Pada bibit kopi arabika, adanya formula mikoriza dan MHB menyebabkan pertumbuhan akan semakin meningkat (Lilipaly, 2016).

METODE PENELITIAN

Jenis, Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris. Tahap penelitian dilaksanakan di *Green House* Perumahan Istana Tidar, Kaliurang, Kabupaten Jember. Tahap persiapan media penanaman (sterilisasi tanah) dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian. Analisis P jaringan dilaksanakan di Laboratorium Biosain Politeknik Negeri Jember. Penelitian eksperimental laboratoris dilakukan selama 8 minggu yaitu pada tanggal 12 Februari 2018 sampai dengan tanggal 9 April 2018 tahun 2018.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah cangkul, karung, polibag, sekrop kecil, penggaris, ayakan, *beaker glass* yang digunakan berukuran 500 ml, cawan petri, mikroskop, gelas kaca, kaca penutup, *sentrifuge*, plastik, timbangan elektronik, gelas ukur yang digunakan berukuran 100 ml, oven, bak plastik, pemanas air, pipet, pinset, gayung air, kertas label, gunting, kain kasa, tabung reaksi, amplop coklat, dan *spectofotometer* untuk melihat kandungan P pada jaringan daun. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kopi arabika, mikoriza +MHB, tanah, pupuk kandang, pasir, H_2SO_4 .

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini meliputi tahap persiapan media tanam dengan menggunakan campuran antara tanah, pasir, dan sekaligus pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1. Persiapan dan aplikasi Mikoriza +MHB dilakukan pada bibit berusia 4 bulan, pengaplikasian tersebut dilakukan dengan membuat lubang disekitar pangkal batang dan memasukkan mikoriza +MHB pada lubang kemudian menutupnya kembali dengan tanah. Pemeliharaan dan pengamatan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) Pemeliharaan bibit kopi arabika dilakukan selama 8 minggu dengan melakukan penyiraman dua hari sekali

dan menjaga bibit dari tumbuhnya gulma. Setelah berusia 8 minggu dapat dilakukan pengamatan serapan fosfat pada jaringan daun. Sedangkan derajat infeksi mikoriza diamati di akhir perlakuan. Pengamatan ini dilakukan dengan pewarnaan akar terlebih dahulu kemudian pengamatan derajat infeksi mikoriza dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Pengamatan setiap akar yang terinfeksi jamur mikoriza dan yang tidak terinfeksi jamur mikoriza dapat dilihat berdasarkan ada atau tidaknya bagian-bagian dari jamur mikoriza *Glomus* sp. yaitu hifa, arbuskula, dan vesikula di dalam akar tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Mikoriza ⁺MHB terhadap Serapan Fosfat Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

Pengamatan serapan fosfat tanaman dilakukan diakhir pengamatan yakni pada minggu kedelapan. Uji kandungan fosfat dilakukan pada daun dengan metode *spectofotometri* di Politeknik Negeri Jember. Uji kandungan fosfat dilakukan untuk mengetahui banyaknya fosfat yang terkandung pada daun. Hasil analisis anova menunjukkan hasil yang signifikan ($p=0,000$) sehingga pemberian inokulan Mikoriza ⁺MHB berpengaruh nyata terhadap serapan P bibit kopi arabika.

Tabel 1. Pengaruh Mikoriza ⁺MHB terhadap fosfat daun

Perlakuan	P Jaringan (%)
$m_0 = 0$ gram Mikoriza ⁺ MHB	0,155 ^a
$m_1 = 5$ gram Mikoriza ⁺ MHB	0,265 ^b
$m_2 = 10$ gram Mikoriza ⁺ MHB	0,305 ^c
$m_3 = 15$ gram Mikoriza ⁺ MHB	0,463 ^d

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji LSD dengan α 5%

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pengaruh pemberian inokulan Mikoriza ⁺MHB terhadap serapan P terendah adalah bibit perlakuan kontrol (m_0), yakni perlakuan tanpa pemberian inokulan mikoriza. Tanaman dengan kandungan P tertinggi adalah tanaman perlakuan m_3 yakni pemberian 15 gram Mikoriza ⁺MHB. Tanaman dengan serapan P terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah m_3 , m_2 , m_1 , dan m_0 .

Pemberian mikoriza menyebabkan akar tanaman terkolonisasi, sehingga akar yang terinfeksi oleh mikoriza memperbesar daya jelajah akar. Sebagai akibatnya, volume kontak akar dengan tanah menjadi lebih luas sehingga tanaman mampu menyerap unsur

hara lebih tinggi, terutama unsur hara yang tidak mobil dalam tanah seperti fosfor. Serapan P oleh miselium dan translokasinya ke akar bermikoriza akan semakin meningkat sejalan dengan peningkatan ketersediaan karbohidrat. Penyerapan P oleh cendawan dan perpindahan ke tanaman inang juga dirangsang oleh perpindahan karbon dari tanaman ke cendawan melalui antarmuka mikoriza (Santoso, Sufardi, &, Syakur 2014).

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel. 1 dapat diketahui bahwa P jaringan tertinggi adalah bibit perlakuan m_3 dengan pemberian 15 gram Mikoriza +MHB. Bibit dengan P tertinggi kedua adalah m_2 , dan yang ketiga adalah m_1 . Sedangkan bibit dengan P jaringan terendah adalah bibit kontrol (m_0). Hal ini berarti semakin banyak dosis yang diberikan maka serapan fosfat bibit akan semakin besar pula.

Fosfat merupakan unsur hara makro yang berperan dalam merangsang akar, khususnya akar benih dan tanaman muda, serta mempercepat pembungaan dan pemasakan biji dan buah (Prihmantoro, 2007). Fosfor sangat berfungsi bagi tanaman dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan, dan pembesaran sel, serta proses-proses di dalam tanaman lainnya (Winarso, 2005). Pada hasil penelitian ini nampak bahwa peningkatan serapan fosfat jaringan pada m_1 , m_2 , maupun m_3 tidak terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan fosfat berperan dalam pemasakan buah dan pembuangaan sehingga tidak terlalu nampak peningkatan serapan fosfat di daun.

Berdasarkan hasil Anova, didapatkan nilai signifikansi 0,00, sehingga hal tersebut menunjukkan bahwa secara statistik pemberian Mikoriza +MHB berpengaruh nyata terhadap serapan fosfat. Serapan fosfat pada bibit perlakuan m_1 , m_2 , m_3 lebih besar dibandingkan dengan serapan fosfat pada bibit kontrol (m_0). Pada bibit kontrol tidak diberi Mikoriza +MHB akibatnya tidak ada peningkatan P tersedia di dalam tanah. Penyerapan hara P lebih cepat oleh hifa mikoriza yang selanjutnya disalurkan pada tanaman inang, sedangkan fosfat yang diserap tanaman tanpa mikoriza sangat terbatas oleh kelambatan gerak dari anion dalam tanah (Indriani, 2009).

Mikoriza yang telah diperkaya oleh MHB juga berperan dalam proses serapan fosfat bibit. Hal ini dikarenakan bakteri MHB yang digunakan dalam penelitian ini adalah *B. subtilis* dan *P. diminuta* yang merupakan bakteri pelarut fosfat yang dapat mensekresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat,

tartrat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, formiat, propionat, glikolat, glutamat, glioksilat, malat, dan fumarat (Imer dan Schinner, 1997).

Meningkatnya asam-asam organik tersebut diikuti dengan penurunan pH yang berperan penting dalam meningkatkan kelarutan P tanah. Selanjutnya asam-asam organik akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion-ion fosfat terikat sehingga nantinya dapat dengan mudah diserap oleh tanaman (Sutanto, 2002).. Setelah unsur hara terutama P tersedia dalam tanah, kemudian P diangkut melalui hifa eksternal mikoriza dalam bentuk polifosfat, sehingga serapan P yang tersedia dalam jaringan lebih optimal.

Pengaruh Mikoriza ⁺MHB terhadap Derajat Infeksi Akar Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)

Derajat infeksi mikoriza diamati di akhir perlakuan yakni delapan minggu setelah perlakuan. Pada pengamatan ini tidak mengamati jumlah infeksi pada setiap potongan akar, tetapi hanya mengamati ada tidaknya infeksi mikoriza pada setiap potongan akar yang terdapat pada kaca benda. Pada hasil anova didapatkan hasil yang signifikan dengan nilai signifikansi $p=0,00$ sehingga pemberian inokulan Mikoriza ⁺MHB pada bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) berpengaruh secara signifikan terhadap derajat infeksi mikoriza. Hal ini berarti Mikoriza ⁺MHB memberikan pengaruh nyata terhadap derajat infeksi mikoriza pada akar bibit kopi arabika.

Presentase hasil pengamatan setiap perlakuan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Mikoriza ⁺MHB terhadap derajat infeksi mikoriza bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.)

Perlakuan	Derajat Infeksi Mikoriza (%)
$m_0 = 0$ gram Mikoriza ⁺ MHB	,00 ^a
$m_1 = 5$ gram Mikoriza ⁺ MHB	29,60 ^b
$m_2 = 10$ gram Mikoriza ⁺ MHB	47,40 ^c
$m_3 = 15$ gram Mikoriza ⁺ MHB	53,40 ^d

Keterangan: Rerata yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menggunakan uji LSD dengan α 5%

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa derajat infeksi tertinggi adalah pada akar dengan perlakuan m_3 , yaitu pemberian 15 gram inokulan Mikoriza ⁺MHB . Secara berurutan dari infeksi terbesar hingga tidak ada infeksi adalah m_3 (5 gram inokulan Mikoriza ⁺MHB), m_2 (10 gram inokulan Mikoriza ⁺MHB), m_1 (15 gram inokulan

Mikoriza +MHB), dan m_0 (tanpa pemberian spora inokulan Mikoriza +MHB). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah spora yang diberikan, semakin besar derajat infeksi mikoriza yang dihasilkan.

Mikoriza berperan penting dalam pertumbuhan bibit kopi arabika yang diujikan. Adanya infeksi mikoriza menunjukkan simbiosis antara tanaman dan mikoriza. Akar yang terinfeksi mikoriza ditandai dengan adanya hifa, vesikula dan arbuskula atau salah satu dari ketiganya (Pulungan, 2015). Hasil uji Anova menunjukkan pengaruh yang signifikan ($p=0,00$) yang berarti pemberian Mikoriza +MHB berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi mikoriza. Derajat infeksi terbesar mencapai 53,40% pada perlakuan m_3 , derajat infeksi terbesar kedua mencapai 47,40% pada perlakuan m_2 , infeksi terbesar ketiga mencapai 29,60% pada perlakuan m_1 , dan pada perlakuan kontrol (m_0) sebesar 0%. Adanya beda nyata dilanjutkan ke uji LSD dari hasil tersebut menunjukkan adanya beda nyata antara bibit kontrol dengan bibit perlakuan maupun antar bibit perlakuan.

Perbedaan angka infeksi ini dikarenakan pada perlakuan kontrol tidak diaplikasikan Mikoriza +MHB sehingga tidak terdapat infeksi mikoriza pada akar bibit kontrol. Selain itu sebelum perlakuan tanah disterilisasi terlebih dahulu sehingga kemungkinan jika terdapat jamur lain di dalam tanah sudah dalam keadaan inaktif dan tidak memungkinkan adanya infeksi. Hal ini berarti infeksi hanya terjadi pada bibit perlakuan dengan pemberian inokulan Mikoriza +MHB pada taraf yang berbeda-beda. Infeksi terbesar pada perlakuan m_3 dan infeksi terkecil m_1 , sehingga semakin besar jumlah spora inokulan mikoriza yang diaplikasikan maka semakin tinggi infeksi yang dihasilkan.

Infeksi mikoriza pada akar tanaman dimulai dari perkecambahan spora yang kemudian membentuk appresoria, yaitu struktur yang berupa penebalan masa hifa yang kemudian menyerupai tanduk. Selanjutnya hifa akan menembus epidermis akar melalui permukaan akar maupun rambut akar dengan menggunakan appresoria melalui proses enzimatik dan mekanis. Setelah penetrasi pada akar, hifa yang masuk pada sel korteks akar akan membentuk benang-benang bercabang yang berkelompok disebut dengan arbuskula (Eckardt, 2005).

Tingginya infeksi mikoriza pada tanaman perlakuan disebabkan oleh aplikasi Mikoriza +MHB. MHB dapat meningkatkan laju infeksi mikoriza pada berbagai tahapan infeksi. Pada fase pra infeksi seperti perkecambahan spora dan pertumbuhan miselium di dalam tanah pada permukaan akar dapat ditingkatkan oleh MHB, sehingga akar lebih

rentan terhadap infeksi (Garbaye, 1994). Sehingga dengan adanya penambahan MHB maka meningkatkan infeksi mikoriza pada tanaman inang saat awal infeksi. Selain itu MHB juga dapat berperan sebagai agen pengendali hayati, dan sebagai agen biokontrol. Beberapa diantaranya yaitu bakteri dari Genus *Bacillus* dan Genus *Pseudomonas* yang juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut bahwa pemberian inokulan mikoriza +MHB meningkatkan serapan fosfat secara signifikan ($p=0,00$) terhadap tanaman control, serta berpengaruh secara signifikan terhadap derajat infeksi mikoriza, semakin besar dosis yang diberikan maka semakin tinggi presentase derajat infeksi mikoriza.

SARAN DAN/ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka saran untuk peneliti selanjutnya adalah perlu untuk melakukan analisis P pada tanah agar hasil penelitian lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyiah, I.N., Hindersah, R., Mudakir, I., Fitriatin, B.N., dan Amaria, W. 2016. Optimalisasi Peranan Mikoriza *Glomus spp.* dalam Mengendalikan Nematoda *Pratylenchus coffeae* (>80%) dan Meningkatkan Ketersediaan P Tanah pada Tanaman Kopi dengan Penambahan Mycorrhiza Helper Bacteria. Jember: Penelitian KKP3N.
- Eckardt, N. A. 2005. *Insights Into Plant Cellular Mechanisms: Of Phosphate Transporters and Arbuscular Mycorrhizal Infection*. *Plant Cell*. 17(12): 3213-3216.
- Frey-klett, P., Garbaye, J. 2005. Mycorrhiza Helper Bacteria: a Promising Model for Genomic Analysis of Fungal-Bacterial Interactions. *New Phytologist*, 168:4-8.
- Garbaye, J. 1994. Helper Bacteria: New Dimension to The Mycorrhizal Symbiosis. *New Phytol*. 128: 197-210.
- Hendri, Martinus., Napitupulu, Marisi., dan Sujalu, Akas Pinarigan. 2015. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Agrifor*. 14 (2):213-220. ISSN: 1412 6885.

- Indrawan, Iyan., Kusumastuti, Ani., dan Utoyo, Bambang. 2015. Pengaruh Pemberian Kompos Kiambang dan Pupuk Majemuk pada Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 3 (1):47-58.
- Indriani, Mansyur., Susilawati., dan Khairani. 2009. Pengaruh Pemberian Bahan Organik, Mikoriza, dan Batuan Fosfat terhadap Produksi, Serapan Fosfor pada Tanaman Kudzu Tropika (*Peuraria Phaseoloides Benth*). *Jurnal Ilmu Ternak*. 6 (2): 158-162.
- Kementrian Perindustrian. 2014. Perkembangan Pasar Kopi Indonesia. <https://www.google.co.id/search?q=data+produksi+kopi+di+indonesia&s=X&ved=0ahUKEwiOp-L07-HWAhVInpQKHacyCUEQ1QIIggEoBA> (Diakses 20 Desember 2017).
- Lilipaly, Elena Fransina Leonor. 2016. Uji Pengaruh Formula Mychorrhiza Helper Bacteria (*Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis*) Cair dan Glomus spp. Terhadap Populasi Pratylenchus coffea Dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Serta Pemanfaatannya Sebagai Materi Penyusun Leaflet. *Skripsi*. Digital Repository Universitas Jember.
- Nasution, RM., Sabrina, T., dan Fauzi. 2014. Pemanfaatan Jamur Pelarut Fosfat dan Mikoriza untuk Meningkatkan Ketersediaan dan Serapan P Tanaman Jagung Pada Tanah Alkalin. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(3):1003-1010.
- Nurbaity, A., Herdiyantoro, D., dan Setiawan, A. 2007. Aplikasi Fungsi Mikoriza Arbuskula dan Bahan Organik untuk Meningkatkan Ketahanan Tanaman Jagung terhadap Kekeringan di Kabupaten Bandung. *Prosiding Seminar dan Kongres Nasional Masyarakat Konservasi Tanah Indonesia ke V*.
- Prihmantoro, H. 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pulungan, A.S. 2015. Biodiversity of FMA in Red Pepper Rhizosfer. *Jurnal Biosains*. 1(3): 125-129.
- Rosniawati, S., R. Sudirja., Hidayat, H. 2017. Pemanfaatan Limbah Organik sebagai Media Tanam dan Aplikasi Urin Ternak Pada Pembibitan Kopi. *Jurnal Kultivasi*. 16 (1): 287-292.
- Sukarno, N. 2003. *Mikoriza dan peranannya*. Bogor: Jurusan Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Winarso, AS. 2005. *Kesuburan Tanah*. Dasar-dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Yogyakarta: Gava Media

