Original Research Paper

**The Influence Micorhyza Arbuscular Indigenous to Growth Pepper Plant (*Pipper nigrum* L*.*)**

**Yanti1La Aba2**

1Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia;

2Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Buton, Baubau, Sulawesi Tenggara, Indonesia;

|  |  |
| --- | --- |
| **Article History**Received : July 03th, 2023Revised : July 28th, 2023Accepted : August 10th, 2023\*Corresponding Author: **Yanti**, Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia;Email: yanti12.usn@gmail.com | Abstract: Pepper as a spice from the plantation commodity has an important position in the Indonesian market. Southeast Sulawesi is one of the centres of pepper plant development, especially in the South Konawe area. This research aims to find out the effect of indigenous mycorrhiza on the growth of pepper plants carried out in Sindangkasih Village, West Ranomeeto District, South Konawe Regency. Dry weight analysis and indigenous mycorrhizal infection of pepper plant roots were analyzed at the Agrotechnology Laboratory, Faculty of Agriculture, Haluoleo University, Kendari. Data analysis in this research used a single-factor Randomised Group Design (RAK) with 4 treatments and 3 repetitions, so there were 12 trials. The treatment consisted of 4 treatments, namely without mycorrhiza (A0), 10 grams of mycorrhiza (A1), 15 grams of mycorrhiza (A2) and 20 grams of mycorrhiza (A3). The experimental results have showed that the application of indigenous arbuscular mycorrhiza influenced the growth parameters of pepper plants in the form of plant height, total leaves and total tendrils, where the A3 treatment produced higher plant height, total leaves and total tendrils and clearly different from other treatments. The A2 treatment showed no significantly differences with the A1 treatment but significantly different with the A0 treatment (without mycorrhiza). Inoculation of mycorrhiza as much as 20 grams / polybag can cause root infection of pepper plants to increase by 80.00%.Keywords: Indigenous arbuscular mycorrhiza, mycorrhizal infection, pepper plant. |
|

**Pendahuluan**

Lada sebagai rempah-rempah dari komoditas perkebunan memiliki peranan penting dalam pertumbuhan ekonomi Indonesia. Lada berperan penting karena umumnya digunakan sebagai pemberi rasa pada makanan (Fazaria *et al*., 2016). Pada tahun 2020, Indonesia mengisi sekitar 33 % atau sekitar 89.153 ton dari kebutuhan lada dunia sebesar 124.640 ton (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2020). Di Indonesia, tanaman lada paling banyak dibudidayakan oleh petani dalam bentuk perkebunan rakyat yang menyerap banyak tenaga kerja. Secara tidak langsung, usaha tani lada telah menghidupi banyak petani, terutama di wilayah sentra budidaya tanaman lada.

Sulawesi Tenggara termasuk salah satu sentral pengembangan tanaman lada di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi lada di Sulawesi Tenggara akhir tahun 2020 sebanyak 5.718 ton dengan luas lahan 15.759 Ha. Tersebar pada 9 daerah yakni; Kabupaten Kolaka,Kabupaten Kolaka Utara, Kabupaten Konawe, Kabupaten Konawe Selatan, Kabupaten Konawe Utara, Kabupaten Buton, Kabupaten Muna, Kota Kendari dan Kabupaten Buton Utara. Pada akhir tahun 2021 Kabupaten Konawe Selatan menghasilkan 1.084 ton lada dengan luas lahan 3.069 Han (BPS, 2020).

Tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan para petani di Konawe Selatan adalah tanaman lada. Tanamana ini harganya cukup mahal sehingga mampu meningkatkan pendapatan petani. Namun, petani baru-baru ini diperhadapkan dengan turunnya produksi lada yang dikarenakan pertumbuhan lada yang kurang baik. Pemanfaatan mikoriza arbuskular indigen yang bersimbiosis dengan akar tanaman bisa meningkatkan absorbsi nutrisi pada tanaman dan melindunginya dari gangguan penyakit, merupakan pilihan lain yang bisa diterapkan guna mengatasi persoalan tersebut. Menurut Mariadi (2003) bahwa penggunaan mikoriza arbuskular indigen dapat mengurangi bahkan mengganti penggunaan pupuk kimia, karena beberapa hasil riset melaporkan bahwa mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman lada.

Tanaman inang yang sistem perakarannya terinfeksi mikoriza menghasilkan jalinan hifa secara intens, hal ini dapat meningkatkan daya absorbsi nutrisi khususnya posfor, kalium, calsium, magnesium dan sulfur (Yaseen *et al*., 2011). Asosiasi akar tanaman dengan fungi mikoriza arbuskular sangat bermanfaat bagi tanaman inang. Hal ini terjadi karena adanya jalinan hifa secara intensif mampu meningkatkan kemampuan tanaman pada proses absorbsi nutrisi (Delvian, 2005). Fungi mikoriza mampu membentuk simbiosis dengan sekitar 97 % famili tanaman tanaman pangan dan holtikultura (Smith dan Read, 1997).

**Bahan dan Metode**

**Waktu dan tempat penelitian**

Penelitian dilakukan di Rumah Plastik Desa Sindangkasih Kec. Ranomeeto Barat Kab. Konawe Selatan dan Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo Provinsi Sulawesi Tenggara.

**Alat dan bahan**

Polybag ukuran 10 x 15 cm dan 30 x 40 cm, papan label, tali rafia, kertas label, bambu, parang, pacul, gembor, mistar, gunting, kamera digital, autoclave, mickroskop, gelas ukur, cawan petri, pipet, timbangan analitik, pulpen dan buku. Sedangakan bahan yang digunakan yaitu mikoriza indigen gulma, larutan HCL 1%, larutan KOH 10%, asam laktat, gliserol, tanaman lada, dan air steril. Penelitian didesain dengan 4 perlakuan yang masing-masing terdiri 3 kali ulangan, yaitu tanpa mikoriza (A0), mikoriza 10 g/ polybag (A1), mikoriza 15 g/ polybag (A2), mikoriza 20 g/ polybag (A3).

**Prosedur penelitian**

**Persiapan bibit tanaman lada**

Bibit tanaman lada diambil dari petani di Desa Sindangkasih dan ditanam pada polybag ukuran 10 x 15 cm, setelah berumur 2 bulan dipindahkan pada polybag ukuran 30 x 40 cm.

**Sumber Mikoriza**

Sumber mikoriza arbuskular diperoleh dari koleksi dari Halim (2009) yang sengaja ditumbuhkan pada kirinyuh (*Choromolaena odorata* L.). mikoriza ini sebelum digunakan diperbanyak pada tanaman jagung

**Perbanyakan mikoriza**

Teknik perbanyakan mikoriza arbuskula indigen yaitu menggunakan media tanam dari sampel tanah di lokasi penelitian di area rizosfer, benih jagung disterilkan menggunakan larutan FAA (acero-alcohol formalin), propagul fungi mikoriza arbuskular ditempatkan ke dalam polybag yang berisi media tanam, biji jagung ditanam (3 biji/polybag), disiram, ditumbuhkan selama 30 hari. Selanjutnya, bagian atas tanaman dipotong dan dibiarkan 2-3 hari, polybag dibongkar untuk diambil akar tanamannya (Brundrett *et al.,* 1996)

**Inokulasi mikoriza**

Inokulasi mikoriza dilakukan sekaligus dengan proses pemindahan bibit lada ke dalam media polibag berukuran 30 cm x 40 cm. Inokulum mikoriza diletakkan di bawah bibit lada.

**Pemeliharaan tanaman**

Tanaman disiram 2 kali sehari (pagi dan petang).

**Pewarnaan akar tanaman**

Metode pewarnaan akar tanaman dilakukan untuk mengetahui adanya infeksi mikoriza pada akar tanaman. Langkah-langkah pewarnaan akar sebagai berikut : akar tanaman (akar sekunder) dicuci bersih kemudian dimasukkan ke dalam botol rol film, akar-akar tersebut direndam dengan larutan KOH 5 % dan disimpan atau dibiarkan selama 2 x 24 jam. Selanjutnya, dicuci dengan aquades dan direndam kembali selama 24 jam dalam larutan HCl 2 %. Setelah itu, larutan HCl dibuang dan larutan pewarna Trypan Blue yang terlebih dahulu dicampur dengan larutan destaining (Glyserol, asam laktat dan akuades) tempatkan ke dalam botol yang telah diisi dengan akar tanaman tersebut. Pengamatan akar dilakukan setelah 24 jam.

**Pengamatan**

Parameter pertumbuhan tanaman lada yang diamati berupa tinggi tanaman, jumlah helai daun, bobot kering, jumlah sulur, dan infeksi mikoriza pada akar. Tinggi tanaman. Pengambilan data dilakukan seminggu sekali, terhitung saat tanaman berumur tiga minggu setelah tanam. Caranya, tanaman diukur dimulai dari pangkal batang sampai ujung tanaman tertinggi hingga akhir pengamatan selama empat minggu. Jumlah helai daun, dihitung seminggu sekali sejak tiga minggu setelah tanam. Jumlah daun yang dihitung mulai dari daun bawah sampai daun yang tertinggi hingga akhir pengamatan selama empat minggu.

Jumlah sulur, dihitung setiap minggu sejak tiga minggu setelah tanam. Jumlah sulur dihitung mulai dari batang bawah sampai batang tertinggi hingga akhir pengamatan selama empat minggu. Bobot kering tanaman lada, dilakukan diakhir penelitian setelah mencabut tanaman dari setiap unit percobaan kemudian dilakukan pengovenan pada suhu 80oC selama 24 jam dari setiap sampel tanaman. Bobot kering diperoleh melalui hasil penimbangan tanaman dengan menggunakan timbangan analitik. Infeksi mikoriza pada akar (dinyatakan dengan persentase) yang dilakukan setelah pewarnaan pada akar diakhir penelitian (Bundrett *et al*., 1996). Perhitungan persentase infeksi mikoriza arbuskular indigen menggunakan 10 potong akar yang masing-masing berukuran 1 cm dengan menggunakan rumus berikut ini (Setiadi & Setiawan, 2011).

 Akar terinfeksi (%) = $\frac{\sum\_{}^{}Akar yang terinfeksi}{∑Seluruh akar}x 100\%$ **(1)**

**Analisis data**

Data hasil pengamatan tinggi tanaman, jumlah helai daun, jumlah sulur, dan bobot kering tanaman lada dianalisis menggunakan teknik analisis rancangan acak kelompok (RAK).

**Hasil dan Pembahasan**

**Hasil penelitian**

Pengaruh pemberian mikoriza arbuskular indigen terhadap tinggi tanaman, jumlah helai daun, dan jumlah sulur tanaman lada ditunjukkan pada tabel 1. Perlakuan menggunakan mikoriza arbuskular indigen berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah helai daun dan jumlah sulur pada pertumbuhan tanaman lada. Hasil uji Beda Nyata terkecil (BNT) parameter tinggi tanaman menunjukkan perlakuan A3 menghasilkan rata-rata tinggi tanaman paling tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan A2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1 namun berbeda nyata dengan perlakuan A0 (tanpa mikoriza). Untuk parameter pertumbuhan jumlah daun dan jumlah sulur, perlakuan A3 menghasilkan rata-rata jumlah helai daun dan jumlah sulur paling tinggi tetapi tidak berbeda nyata dengan A2 namun berbeda nyata dengan A1 dan perlakuan A0.

**Tabel 1.** Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan jumlah sulur tanaman lada pada setiap perlakuan

|  |  |
| --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-rata** |
| **Tinggi** **tanaman (cm)** | **Jumlah** **daun (helai)** | **Jumlah Sulur** |
| A0 | 23.56c | 2.30c | 3.85c |
| A1 | 25.48b | 3.65b | 4.93b |
| A2 | 28.30b | 4.33a | 5.35ab |
| A3 | 32.50a | 4.63a | 5.91a |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama (a,ab,b,c) berarti berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa pemberian mikoriza arbuskular indigen berpengaruh positif pertumbuhan tinggi tanaman lada. Hal ini sebagaimana hasil penelitian Halim *et al.,* (2016) pemberian fungi mikoriza 20 gram/polybag memberikan rata-rata tinggi tanaman lada paling tinggi diantara perlakuan lainnya dan berpengaruh signifikan pada 35 hari setelah tanam. Inokulasi fungi mikoriza arbuskular pada bibit kakao dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah helai daun tanaman sampel tersebut (Sariasih *et al.,* 2012). Sama dengan penelitian Budiatmoko (2007) bahwa inokulasi fungi mikoriza arbuskular meningkatkan tinggi dan diameter tanaman jati secara nyata.

Jamur mikoriza arbuskular menginfeksi akar tanaman, mereka membuat jaringan hifa eksterior menyebar luas, sehingga meningkatkan kemampuan akar untuk mengabsornsi air dan nutrisi, khususnya fosfat (Prasasti *et al*.,2013). Selain itu, FMA juga bisa memacu terbentuknya hormon tumbuh sitokinin dan auksin, dimana hormon tersebut sangat berperan pada proses pembelahan dan pemanjangan sel yang berkorelasi dengan pertumbuhan tinggi tanaman (Talaca, 2010). Pemberian fungi mikoriza arbuskular indigen juga berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman lada, dimana perlakuan A3 menghasilkan jumlah rata-rata daun paling tinggi dibanding perlakuan lainnya yaitu 4,63 helai. Hal ini sebagaimana hasil penelitian Rachmawati and Halim (2011) bahwa inokulasi fungi mikoriza pada sesmua dosis yang diujikan dapat meningkatkan jumlah daun tanaman lada.

Pemberian mikoriza arbuskular indigen juga meningkatkan jumlah sulur, dimana A3 (20 gram mikoriza/plybag) menghasilkan rata-rata jumlah sulur paling tinggi yakni 5,91. Inokulasi fungi mikoriza dan *Phytopthora.capsici* memberikan pengaruh signifikan pada umur 14-70 hari setelah transplantasi (Halim *et al.,* 2016). Pengaruh pemberian mikoriza arbuskular indigen terhadap bobot kering dan infeksi mikoriza pada akar ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-rata bobot kering (gram) dan infeksi mikoriza pada akar (%) tanaman lada

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-rata bobot kering (gram)** | **Infeksi akar (%)** |
| A0 | 6.24 | 0.00 |
| A1 | 6.63 | 63.33 |
| A2 | 6.91 | 73.33 |
| A3 | 7.28 | 80.00 |

Keterangan : A0 = tanpa mikoriza,

A1 = 10 g mikoriza/polybag,

A2 = 15 g mikoriza/polybag,

A3 = 20 g mikoriza/polybag

Hasil pengukuran nilai rata-rata bobot kering tanaman lada paling besar dihasilkan pada inokulasi mikoriza 20 gram/ polybag (A3) yakni sebesar 7,28 gram. Hal ini karena mikoriza arbuskular indigen yang menginfeksi akar tanaman lada menghasilkan hormon tumbuh yang memacu pertumbuhan akar tanaman lada yang bisa meningkatkan proses penyerapan nutrisi dan air berlangsung dengan baik sehingga akan meningkatkan biomassa akar, batang dan daun (Bolan, 1999). Sementara, Mawarni *et al.,* (2013) menyatakan bahwa infeksi akar tanaman oleh fungi mikoriza arbuskular dapat meningkatkan proses absorbsi nutrisi yang mendukung proses fotosistesis untuk menghasilkan bahan organik sehingga meningkatkan pertumbuhan dan berat kering pada tanaman.

Peningkatan hasil fotosintat berkorelasi positif dengan kenaikan berat kering tanaman. Jumlah nutrisi yang diterima tanaman tercermin pada berat keringnya. Makin banyak nutrisi yang diserap maka tingkat fotosintesis tanaman lebih tinggi sehingga berat keringnya juga tinggi (Musfal, 2010). Pengamatan persentase rata-rata infeksi mikoriza arbuskula indigen pada akar tanaman lada (Tabel 2), menunujukan bahwa inokulasi mikoriza arbuskula indigen meningkatkan persentase infeksi akar tanaman tersebut, dimana inokulasi mikoriza 20 gram/polibag (A3) memberikan persentase infeksi akar tertinggi yaitu sebesar 80%. Pemberian mikoriza arbuskular indigen dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman lada. Sedangkan tanaman lada tanpa inokulasi mikoriza akarnya tidak terinfeksi oleh mikoriza arbuskular indigen.

Hifa yang dihasilkan dari aktivitas mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, mampu meningkatkan daya serap tanaman terhadap unsur hara dan air (Sieverding, 1999 dalam Setiadi, 2003). Inokulasi mikoriza bisa membantu tanaman dalam menyerap unsur hara antara lain P, K, Mg, Fe, Mn, Zn, dan Cu (Farzaneh *et al*., 2011). Jamur mikoriza arbuskula yang mengkolonisasi akar tanaman inang dapat meningkatkan kemampuan akar menyerap fosfor dari tanah (Baird *et al.,* 2010). Fosfor (P) sebagai hara makro sangat dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhannya (Sutedjo, 2008). Menurut Harison (2005), unsur P yang merupakan komponen mineral penting bagi tanaman, proses penyerapannya dipacu oleh simbiosis fungi mikoriza arbuskular dengan akar tanaman.

Infeksi akar tanaman lada oleh fungi mikoriza arbuskular tergantung pada seberapa respon tanaman sebagai inang dan kemampuan infeksi mikoriza pada akar. Hal ini karena kondisi fisik akar dan nutrisi spesifik dari eksudat akar berpengaruh terhadap infeksi akar. Suatu penelitian ilmiah pasti memiliki kelemahan yang menjadi ruang untuk dikembangkan pada penelitian lebih lanjut. Penelitian ini belum menentukan varian dari jenis fungi mikoriza arbuskular yang digunakan. Hal ini penting karena setiap varian mikoriza memberikan respon pertumbuhan tanaman yang berbeda. Menurut Wachjar et al. (2002), berbagai jenis FMA memiliki pengaruh yang beragam terhadap pertumbuhan tanaman. *Glomus aggregatum dan Glomus manihotis* yang diteliti memperlihatkan kapasitas penyerapan P bervariasi pada tanaman kelapa sawit.

**Kesimpulan**

Aplikasi mikoriza arbuskular indigenous berefek pada pertumbuhan tanaman lada berupa tinggi tanaman, jumlah helai daun, dan jumlah sulur, dimana A3 (pemberian mikoriza 20 gram/polybag), jumlah daun dan jumlah sulur lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan A2 (pemberian mikoriza 15 gram/polybag) tidak berbeda nyata dengan perlakuan A1 (pemberian mikoriza 10 g/polybag) namun berbeda nyata dengan perlakuan A0 (tanpa mikoriza). Inokulasi mikoriza 20 gram/polybag dapat menyebabkan infeksi akar tanaman lada meningkat sebesar 80,00%.

**Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Jurusan Agroteknologi Fakultas pertanian UHO Kendari dan para petani lada di Desa Sindang Kasih Konawe Selatan.

**Referensi**

Badan Pusat Statistik. (2020). Kabupaten Konawe Selatan Dalam Angka. BPS Kabupaten Konawe Selatan.

Baird, J. M., Walley, F. L., & Shirtliffe, S. J. (2010). Arbuscular mycorrhizal fungi colonization and phosphorus nutrition in organic field pea and lentil. *Mycorrhiza*, *20*, 541-549.

Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., & Malajczuk, N. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture* (Vol. 32, p. 374). Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research.

Bolan, N. S. (1991). A Critical Review on The Role of Mycorrhizal Fungi In The Uptake of Phosphorus by Plants. *Plant and Soil,* 134: 189-207. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00012037>

Budiatmoko, S. D. (2007). Pengaruh Fungisida Mikoriza Arbuskula terhadap Pertumbuhan Tanaman Jati (Tectona grandis) di Lapangan.Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II. *Seameo Biotrop Bogor:* 132–135.

Delvian. *(2005). Respon pertumbuhan dan perkembangan fungi mikoriza arbuskula dan tanaman terhadap salinitas tanah*. Jurusan kehutanan fakultas pertanian. Universitas sumatera utara. Medan. <http://Library.usu.ac.18/download> /FP/hutan-delvian2.pdf.[08/07/2010].

Farzaneh, M., H. Vierheilig, A. Lossl and H.P. Kaul. (2011). Arbuscular mycorrhiza enchances nutrient uptake in chickpea. *Plant Soil Environ.,* 57:465-470. DOI: 10.17221/133/2011-PSE

Fazaria DA, Hakim DB, Sahara S. (2016). Analisis Integrasi Harga Lada di Pasar Domestik dan Internasional. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 10(2), 225-242. DOI: <https://doi.org/10.30908/bilp.v10i2.55>

Halim, 2009.Peran Mikoriza indigenous gulma *Imperata cylindrica* (L.)Beauvdan *Eupatorium odorata* (L.)terhadap kompetisi gulma dan tanaman Jagung*.*Disertasi Program Doktor Universitas Padjadjaran Bandung.45-40 p. (tidak dipublikasikan).

Halim, Titin, S., La Kariuna, Rachmawati, H., Fransiscus S., Rembon and Mariadi. (2016). Impact of mycorrhiza fungi isolated from weed plants on growth of pepper plant seedling (*Piper nigrum* L.) and incidence of stem rot desease (*Phytophora capsici*) in net house treatment. *International Journal of Current Research*. 8(05): 31419-31426.

Halim, F.S. Rembon, M.J. Arma, dan Resman. (2018). Penerapan dan pengembangan bioteknologi terpadu berbasis fungi mikoriza dan pupuk organik untuk meningkatkan produksi jagung dan kacang tanah pada lahan suboptimal. Laporan Penelitian Insinas Lembaga *Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Halu Oleo*. Kendari.

Harrison MJ. 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annu. Rev. Microbiol 59: 19-42. DOI:10.1146/annurev.micro.58.030603.123749.

Mariadi. (2003). *Penerapan mikoriza untuk peningkatan produktivitas dan pelestarian sumberdaya pertanian, perkebunan dan kehutanan dalam menunjang percepatan pembangunan menuju Sultra Raya 2020.* Universitas Haluoleo. Kendari.

Marschner, H. and B. Dell. (1994). Neutrient uptake in mycorriza symbiosis. *Plant Soil.* 159:89-102. DOI: <https://dsoi.org/10.1007/BF00000098>

Mawarni, E., Suryatmana, P., Kerana, I.W., Puspanikan, D.L., Setiawati, M.R., & Manurung, R. (2013). Peran Mikoriza Arbuskular dalam penyerapan nutrient, pertanaman, dan kadar minyak jarak (Jatropha Curcas L.). *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik.* Bandung. 15(1), 1 – 7.

Musfal. (2010). Potensi cendawan mikoriza arbuskular untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal litbang pertanian. Sumatra Utara.* Vol. 29. No.4. Hal: 154-158.

Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2020). *Buku Outlook Komoditas Perkebunan Lada.* Jakarta (ID). Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.

Prasasti, O. H., Kristanti, I. P., & Sri, N. (2013). Pengaruh Mikoriza Glomus fasciculatum Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kacang Tanah yang terinfeksi Sclerotium rolfsii. *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, 2(2), 2337–3520. DOI: 10.12962/J23373520.V212.3624

Rahmawati H, Halim. (2011). Respon bibit tanaman lada terhadap aplikasi mikoriza indegeneous gulma. *J Agroteknos.* 1 (1): 44-47. DOI: <https://doi.org/10.20886/Jpth.2016.10.2.145-154>.

Setiadi, Y. & A. Setiawan. (2011). *Studi status fungi mikoriza arbuskula di areal rehabilitasi pasca penambangan nikel.* Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.

Sieverding, E., (1991). *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agroecosystem.* Deutsche Gesellschaft fur Tecnische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.

Smith, S. E dan D. J. Read. (1997). *Mycorrhizal symbiosis.* Akademic Press. California USA 35P.

Supriatun.T., L.Ulfiah, N.Rosita dan G.Abdullah. (2006). *Jenis-jenis cendawan mikoriza arbuskula (CMA) sebagai pupuk hayati di lahan aboretum jatinangor.* Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran. Bandung.

Sutedjo, M. (2008). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta, Jakarta.

Talaca H. (2010). *Status cendawan mikoriza vesicular-arbuskular (MVA) pada tanaman.* Prosiding Pekan Serelia Nasional. Balai Penelitian Tanaman Serelia.

Wachjar A, Setiadi Y and Yunike Y. (2002). Pengaruh inokulasi dua spesies cendawan mikoriza arbuskula dan pemupukan fosfor terhadap pertumbuhan dan serapan fosfor tajuk bibit kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.). *Bull. Agron*. 30(3): 69-74. DOI: <https://doi.org/10.24831/v30i3.1416>

Yaseen, E.I., Burni T., Hussain F. (2011). Effect of arbuscular mycorrhizal inoculation on nutrient uptake, growth and productivity of cowpea (Vignaungui culata) varieties. *African Journal of Biotechnology,* 10 (43): 8593-8598. DOI: 10.5897/AJB10.1494.

Yenny S., Bambang H., dan Jaka W. (2012). Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskular Dalam Medium Zeolit Terhadap Pertumbuhan dan Intensitas Penyakit Bercak Daun Pada Bibit Kakao. *Jurnal Agrotek Tropika,* 1(1), 1– 7.