

RESPONS TANAMAN KACANG HIJAU (*Phaseolus radiatus* L.) TERHADAP APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR (FMA) DAN DOSIS BAHAN ORGANIK YANG BERBEDA PADA TANAH ULTISOLS

*RESPONSE OF MUNG BEAN PLANTS (*Phaseolus radiatus* L.) TO ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (AMF) APPLICATION AND DIFFERENT DOSES OF ORGANIC MATTER IN ULTISOLS SOIL*

Kuswanta Futas Hidayat*, Husna, dan Maria Viva Rini

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*Email: kfhidayat@gmail.com

* Corresponding Author, Diterima: 20 Mar. 2023, Direvisi: 7 Apr. 2023, Disetujui: 28 Mei 2023

ABSTRACT

This study aims to (1) determine the response of mung bean plants to the application of AMF, (2) determine the response of mung bean plants to the application of organic matter at different doses, and (3) determine whether the response of mung bean plants to AMF application is influenced by the dose of organic matter. The experiment was conducted at the Integrated Field Laboratory of Agriculture Faculty, University of Lampung, and the Production Laboratory of the Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, University of Lampung, from August to November 2018. The treatment design was arranged in a factorial (2x5) in a completely randomized block design (CRBD) with three replications. The first factor was the application of AMF, consisting of two levels: without AMF (M₀) and with AMF (M₁). The second factor was the dose of organic matter, consisting of five levels: B₀ (0 ton/ha), B₁ (5 ton/ha), B₂ (10 ton/ha), B₃ (15 ton/ha), and B₄ (20 ton/ha). Homogeneity of variances among treatments was tested using the Bartlett test, and data additivity was tested using the Tukey test. If the assumptions were met, which were homogeneity of variances among treatments and additive data, the data were subjected to analysis of variance. The separation of means was tested using orthogonal polynomial test at the 5% level. The results of the study showed that (1) the application of AMF increased the growth and production of mung bean plants, as indicated by increased plant height, number of branches, fresh root weight, dry shoot weight, dry root weight, number of nodules, effective nodules, P uptake, weight of 50 seeds, seed weight per plant, and percentage of root infection; (2) the application of organic matter up to a dose of 20 ton/ha increased the growth and production of mung bean plants, as indicated by the variables of plant height, number of branches, fresh shoot weight, fresh root weight, number of nodules, effective nodules, P uptake, weight of 50 seeds, and seed weight per plant; and (3) the response of mung bean plants to FMA application was not determined by the dose of organic matter.

Keywords : FMA, mung bean, organic matter

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi FMA, (2) mengetahui respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi bahan organik dengan dosis berbeda, dan (3) mengetahui apakah respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi FMA ditentukan oleh dosis bahan organik. Percobaan dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Agustus hingga November 2018. Rancangan perlakuan disusun secara faktorial (2x5) dalam rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS) dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi FMA yang terdiri dari dua taraf yaitu tanpa FMA (M₀) dan dengan FMA (M₁). Faktor kedua adalah dosis bahan organik yang terdiri dari lima taraf yaitu B₀ (0 ton/ha), B₁ (5 ton/ha), B₂ (10 ton/ha), B₃ (15 ton/ha), dan B₄ (20 ton/ha). Homogenitas ragam antarperlakuan diuji dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi yaitu ragam antarperlakuan homogen dan data bersifat menambah maka data dianalisis ragam. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji polinomial ortogonal pada

taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau lebih tinggi melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot akar segar, bobot tajuk kering, bobot akar kering, jumlah bintil, jumlah bintil efektif, serapan P, bobot 50 butir biji, bobot biji per tanaman, dan persentase infeksi akar; (2) aplikasi bahan organik hingga dosis 20 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau melalui variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot tajuk segar, bobot akar segar, jumlah bintil, jumlah bintil efektif, serapan P, bobot 50 butir biji, dan bobot biji per tanaman; dan (3) respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi FMA tidak ditentukan oleh dosis bahan organik.

Kata kunci : Bahan organik, FMA, Kacang hijau

1. PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) merupakan tanaman palawija yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Di Indonesia, kacang hijau menjadi produk penting dalam golongan kacang-kacangan setelah kedelai dan kacang tanah. Kacang hijau dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan pakan ternak. Oleh karena itu peningkatan produksi kacang hijau harus diupayakan secara maksimal (Cahyono, 2008).

Permintaan komoditi kacang hijau mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, namun produksi kacang hijau belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Menurut Badan Pusat Statistik (2014), produksi nasional kacang hijau pada tahun 2013 sebesar 204.670 ton dengan luas panen 182.075 ha. Pada tahun 2014, produksi kacang hijau mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2013 yaitu sebesar 244.589 ton dengan luas panen 208.106 ha.

Salah satu kendala dalam pengembangan kacang hijau di Indonesia adalah tingkat kesuburan tanah dan sumber hayati yang rendah. Tanah di Indonesia merupakan tanah yang marginal dengan dominasi tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Tanah PMK atau biasa disebut tanah Ultisols memiliki tekstur dan struktur tanah yang buruk (Purwono dan Purnamawati, 2002).

Rendahnya bahan organik dan batuan fosfat yang menjadi sumber unsur hara fosfor (P) menjadi masalah pada tanah Ultisols. Pada tanah Ultisols, ketersediaan P terhambat oleh adanya aktivitas Al dan Fe sehingga P tidak dapat larut dan diserap oleh tanaman (Siverding, 1991). Salah satu upaya untuk meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah Ultisols untuk diserap tanaman adalah dengan aplikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA).

Fungi mikoriza arbuskular dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Peranan tersebut yaitu meningkatkan serapan fosfor (P) dan unsur hara lainnya, seperti N, K, Zn, Co, S, dan

Mo dari dalam tanah, meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, memperbaiki agregat tanah, meningkatkan pertumbuhan mikroba tanah yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman inang serta sebagai pelindung tanaman dari infeksi patogen akar (Halis dan Fitria, 2008).

Aplikasi FMA pada tanaman kacang hijau Varietas Betet dapat meningkatkan jumlah cabang, jumlah polong, bobot basah berangkasan, bobot kering berangkasan, bobot 100 butir biji, dan produksi per petak (Hermanto dan Kriswantoro, 2014). Menurut Rengganis, Hasanah, dan Rahmawati (2014), pemberian FMA dengan dosis (20 g/tan) dan pupuk fosfat (150 kg/ha) dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai.

Kesuburan tanah Ultisols dapat diperbaiki dengan penambahan bahan organik. Salah satu bahan organik yang dapat digunakan adalah pupuk kandang. Pupuk kandang merupakan sumber bahan organik yang dapat meningkatkan unsur hara tersedia bagi tanaman dan memperbaiki struktur tanah (Agus dan Ruijter, 2004).

Menurut Widowati (2004), pupuk kandang merupakan produk buangan dari hewan peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara serta memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah. Kualitas pupuk kandang sangat berpengaruh terhadap respons tanaman. Kotoran sapi merupakan salah satu pupuk kandang yang sering digunakan dalam budidaya tanaman.

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) dan dosis bahan organik yang diaplikasikan pada tanaman kacang hijau diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi FMA dan dosis bahan organik.

2. BAHAN DAN METODE

Percobaan pot ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian

Universitas Lampung mulai bulan Agustus sampai November 2018. Rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan faktorial (2×5) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi FMA yang terdiri dari dua taraf yaitu tanpa FMA (M_0) dan dengan FMA (M_1). Faktor kedua adalah dosis bahan organik (pupuk kandang kotoran sapi) yang terdiri dari lima taraf yaitu B_0 (0 ton/ha), B_1 (5 ton/ha), B_2 (10 ton/ha), B_3 (15 ton/ha), dan B_4 (20 ton/ha). Perlakuan diterapkan pada satuan percobaan dalam rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS). Homogenitas ragam antarperlakuan diuji dengan Uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi yaitu ragam perlakuan homogen dan data bersifat menambah, maka data dianalisis ragam. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji polinomial ortogonal dengan peluang melakukan kesalahan ditentukan sebesar 5%.

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih kacang hijau Varietas Murai, tanah Ultisols Taman Bogo Kabupaten Lampung Timur, pupuk dasar (Urea, SP36, dan KCl), bahan organik (pupuk kandang kotoran sapi), larutan KOH 10%, HCl 1%, glycerol, *trypan blue*, dan inokulum FMA campuran jenis *Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Entrophospora* sp. Sedangkan alat yang digunakan adalah mikroskop stereo dan majemuk, timbangan elektrik, cawan petri, saringan mikro, gelas ukur, botol film, cangkul, counter, cutter, polibag, ember, gembor, oven, cover glass, kaca preparat, mistar, alat tulis, dan kamera.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot tajuk segar, bobot akar segar, bobot tajuk kering, bobot akar kering, serapan P, jumlah bintil akar, jumlah

bintil akar efektif, bobot 50 butir biji, bobot biji per tanaman, dan persentase infeksi akar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara aplikasi FMA dan dosis bahan organik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau. Hal ini menunjukkan bahwa respons positif tanaman terhadap masing-masing faktor pada pertumbuhan dan produksi kacang hijau berjalan sendiri-sendiri (Tabel 1 dan 2)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi FMA mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau pada tanah Ultisols. Menurut Pujiyanto (2001), pemberian FMA pada lahan yang kurang subur dengan ketersediaan jasad mikro yang rendah mampu meningkatkan laju pertumbuhan dan produksi tanaman.

Aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau ditandai dengan tingginya persentase infeksi akar oleh FMA. Aplikasi FMA meningkatkan infeksi akar sebesar 85,62% lebih tinggi dibandingkan tanpa aplikasi FMA. Menurut Sundram (2010), derajat infeksi akar oleh FMA merupakan sebuah tolak ukur keberhasilan interaksi antara tanaman dan FMA.

FMA meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan serapan hara tanaman. Menurut Rhodes dan Gerdemann (1980), FMA memasok hara ke tanaman melalui tiga fase yaitu penyerapan hara dari tanah oleh hifa eksternal, translokasi hara dari hifa eksternal ke miselium internal dalam akar tanaman inang, dan pelepasan hara dari miselium internal ke sel-sel akar.

Tabel 1. Rekapitulasi Pengaruh Aplikasi FMA dan Dosis Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau.

Perbandingan	Variabel Pengamatan					
	TT	JC	BTS	BAS	BTK	BAK
	% selisih					
FMA (M)						
P1: M_0 vs M_1	12,46*	8,88*	tn	14,34*	19,36*	28,24*
Bahan Organik (B)						
P2: B-Linier	*	*	*	*	*	*
P3: B-Kuadratik	*	tn	tn	tn	*	*
Interaksi MxB						
P4: $P1 \times P2$	tn	tn	tn	tn	tn	tn
P5: $P1 \times P3$	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: M_0 = Tanpa aplikasi mikoriza, M_1 = Aplikasi FMA, tn = Tidak berbeda nyata pada taraf 5%, * = berbeda nyata pada taraf 5%, TT = tinggi tanaman, JC = Jumlah cabang, BTS = bobot tajuk segar, BAS = bobot akar segar, BTK = bobot tajuk kering, BAK = bobot akar kering.

Tabel 2. Rekapitulasi Pengaruh Aplikasi FMA dan Dosis Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau.

Perbandingan	Variabel Pengamatan					
	JB	JBE	SP	B50	BBPT	IA
	% selisih					
FMA (M)						
P1: M ₀ vs M ₁	28,71*	27,74*	46,72*	11,56*	24,02*	85,62*
Bahan Organik (B)						
P2: B-Linier	*	*	*	*	*	tn
P3: B-Kuadratik	tn	tn	tn	tn	*	tn
Interaksi MxB						
P4: P1xP2	tn	tn	tn	tn	tn	tn
P5: P1xP3	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan: M₀ = Tanpa aplikasi mikoriza, M₁ = Aplikasi FMA, tn = Tidak berbeda nyata pada taraf 5%, * = berbeda nyata pada taraf 5%, JB = Jumlah bintil akar, JBE = Jumlah bintil akar efektif, SP = Serapan P, B50 = Bobot 50 butir biji, BBPT = Bobot bijin per tanaman, IA = infeksi akar.

Tingginya serapan hara tanaman mengakibatkan pertumbuhan tanaman meningkat. Hasil penelitian Gonggo (1998) menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza dapat meningkatkan bobot batang dan daun lebih berat dibandingkan tanpa inokulasi mikoriza. Pamuna (2013) menyatakan bahwa aplikasi FMA meningkatkan bobot tajuk kering tanaman jagung dibandingkan tanpa aplikasi FMA.

Simanungkalit (2001) menyatakan bahwa peran utama FMA dalam aspek agronomis adalah meningkatkan serapan P tanaman. Serapan P tanaman kacang hijau meningkat 35,97% dengan adanya aplikasi FMA. Menurut Smith dan Read (2008), terdapat tiga mekanisme FMA dalam meningkatkan serapan P, yaitu (1) modifikasi kimia terhadap akar tanaman sehingga FMA dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik; (2) FMA memiliki hifa eksternal sehingga difusi ion-ion fosfat dapat diperpendek dan proses difusi berlangsung lebih cepat; dan (3) hifa FMA dapat tumbuh melampaui zona deplesi dan mendistribusikan P ke akar tanaman.

Peningkatan serapan P tanaman mengakibatkan terbentuknya bintil akar pada tanaman leguminosa. Setiadi (2000) menyatakan bahwa keberadaan FMA pada tanaman leguminosa sangat diperlukan untuk pembentukan bintil akar dan meningkatkan efektivitas fiksasi N oleh bakteri yang terdapat pada bintil akar. Menurut Zein (2004), mikoriza dapat membantu pembentukan bintil akar secara maksimal. Hal ini karena unsur P lebih banyak diperlukan bagi pembentukan bintil akar dibandingkan pertumbuhan tanaman leguminosa itu sendiri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi FMA meningkatkan produksi tanaman kacang hijau

dengan meningkatnya bobot 50 butir biji dan bobot biji per tanaman. Hal ini karena peningkatan serapan hara P mengakibatkan meningkatnya produksi tanaman. Menurut Mulyani (2002), unsur hara P berperan penting dalam pengisian biji, pemasakan buah atau gabah, dan meningkatkan produksi biji-bijian. Menurut Sukmawati (2013), perlakuan mikoriza memberikan bobot biji yang lebih tinggi (9,3 g per tanaman) dibandingkan dengan perlakuan tanpa mikoriza (7,2 g per tanaman). Hal ini sejalan dengan dengan penelitian Faryabi *et al.* (2015) bahwa indeks panen tanaman kacang hijau yang diaplikasikan FMA meningkat 49,83% dibandingkan dengan tanpa aplikasi FMA.

Bahan organik berupa pupuk kandang kotoran sapi berpengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau. Hasil penelitian Rokhminarsih (1997) memperlihatkan bahwa pemberian pupuk kandang dengan dosis 40 ton/ha dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil bawang merah. Menurut Sukmawati (2013), pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan tinggi tanaman kedelai sebesar 1,87 cm/hari. Karthahadimaja *et al.* (2010) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang kotoran sapi dengan dosis 20 ton/ha dapat meningkatkan jumlah cabang tanaman edamamme.

Pupuk kandang kotoran sapi juga berpengaruh nyata terhadap produksi kacang hijau. Menurut Nadirin (2000), pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 7,5 ton/ha mampu meningkatkan produksi sawi sebesar 3,2 kg/m². Muku (2002) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang sapi sebesar 15 ton/ha menghasilkan umbi bawang merah sebanyak 15 ton/ha.

Menurut Mulyani (2002), pupuk kandang memiliki pengaruh positif terhadap perbaikan sifat fisik, kimia tanah, dan dapat mendorong kehidupan biota tanah. Marsono & Sigit (2001) dalam Renasari (2013) menyatakan pupuk kandang memiliki kelebihan di antaranya membantu menetralkan pH tanah dan memperbaiki struktur tanah sehingga menjadi gembur. Struktur tanah yang gembur akan mempertinggi porositas tanah, meningkatkan ketersediaan air tanah, membantu penyerapan hara dari pupuk anorganik, dan membantu mempertahankan suhu tanah.

Kombinasi antara perlakuan aplikasi FMA dan dosis bahan organik tidak mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau. Tanggapan tanaman kacang hijau yang diberi perlakuan aplikasi FMA terhadap peningkatan dosis bahan organik tidak berbeda, akan tetapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh peningkatan dosis bahan organik tidak ditentukan oleh aplikasi FMA. Hal ini diduga karena bahan organik yang diaplikasikan masih dalam kriteria rendah sehingga belum mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Krisnarini (2013) menyatakan bahwa respons pertumbuhan sawit terhadap pemberian jenis FMA tidak ditentukan oleh takaran bahan organik.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah aplikasi FMA meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau lebih tinggi melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot akar segar, bobot tajuk kering, bobot akar kering, jumlah bintil, jumlah bintil efektif, serapan P, bobot 50 butir biji, bobot biji per tanaman, dan persentase infeksi akar; aplikasi bahan organik hingga dosis 20 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau melalui variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot tajuk segar, bobot akar segar, jumlah bintil, jumlah bintil efektif, serapan P, bobot 50 butir biji, dan bobot biji per tanaman; dan respons tanaman kacang hijau terhadap aplikasi FMA tidak ditentukan oleh dosis bahan organik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. & Ruijter. 2004. Perhitungan Kebutuhan Pupuk. World Agroforestry Center.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Kacang Hijau di Indonesia. 03 Januari 2015. bps.go.id.
- Cahyono. 2008. *Kacang Hijau: Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Aneka Ilmu. Semarang.
- Faryabi, E., V. Abdossi, M. Sibi, & Z. Marzban. 2015. Effects of Dual Inoculation of Mycorrhizal Arbuscular Fungi and Rhizonium Bacteria on Yield and Potassium Content of Corn Grains and Green Bean Under Intercropping. *J. of Novel Applied Science*. 4(6): 703-708.
- Gonggo, B. M. 1998. Pengaruh Pupuk Hayati dan Kascing terhadap Kandungan Hara Ultisol dan Tanaman Kedelai. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Halis, P. M & A. B Fitria. 2008. Pengaruh Jenis dan Dosis Cendawan Mikoriza Arbuskular terhadap Pertumbuhan Cabai (*Capsicum annum* L.) pada Tanah Ultisol. *Jurnal Biospecies*. 2: 59-62.
- Hermanto, F & H. Kiswanto. 2014. Studi Pemanfaatan Mikoriza Arbuskular dan Efisiensi Pupuk Phospat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) pada Tanah PMK. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* 2014. 18-27 hlm.
- Karthadimaja, J., R. Wentasari, & R. N. Sesanti. 2010. Pertumbuhan dan Produksi Polong Segar Edamame Varietas Rioko pada Empat Jenis Pupuk. *J. Agrovigor*. 3(2): 131-137.
- Krisnarini. 2013. Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Aplikasi Jenis Fungi Mikoriza Arbuskular pada Berbagai Dosis Fosfat dan Bahan Organik. *Tesis*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung.
- Muku, M. O. 2002. Pengaruh Jarak Tanam dalam Barisan dan Macam Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Lahan Kering. *Skripsi*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Mulyani. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nadirin. 2002. Pemberian Bahan Organik dan Pupuk Majemuk NPK untuk Meningkatkan Produksi dan Kualitas Sawi (*Brassica Juncea* L.) pada Tanah Inceptisol. *Skripsi*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Pamuna, K., S. Darman, & Y.S. Pata'dungan. 2013. Pengaruh Pupuk SP36 dan Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap Serapan Fosfat Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada

- Tanah Oxic Distrudepts Lemban Tongoa. *J. Agrotekbis*. 1(1):23-29.
- Pujianto. 2001. Pemanfaatan Jasad Mikro, Jamur Mikoriza dan Bakteri Dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. Tinjauan dari Perspektif Falsafah Sains. *Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwono & H. Purnawati. 2002. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Serial Agribisnis. Penebar Swadaya. Jakarta
- Renasari, N., Priyono, & H. Aryantoro. 2013. Pengaruh Jenis Bahan Organik dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.). *J. Inovasi Pertanian*. 12 (2): 79-94.
- Rengganis, R. D., Y. Hasanah, & N. Rahmawati. 2014. Peran Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Rock Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill). *J. Online Agroekoteknologi*. 2 : 1087-1093.
- Rhodes, L. H. & J.W. Gerdemann. 1980. *Nutrient Translocation in Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae*, pp. 173-195. in C.B. Cook., P.W. Pappas, & E. D. Rudolph (Eds.), *Cellular interactions in Symbiosis and Parasitism*. Ohio State Univ. Press, Columbus.
- Rokhminarsih, E. 1997. Serapan Unsur Hara Makro, Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah pada Lahan Pasir Pantai dengan Inokulasi Mikoriza Arbuskuler dan Pupuk Kandang. *Majalah Ilmiah Universitas Soedirman Purwokerto*. 23(3): 12-21.
- Setiadi, Y. 2000. *Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sieverding, E. 1991. *Vesicular-Arbuskular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn Germany. 371 pp.
- Simanungkalit, R. D. M. & D. R. Lukiwati. 2001. *Growth and Nutrient Uptake of Calliandra Callothyrsus as Affected By Arbuscular Mycorrhizal Inoculation and Application of Two Different Phosphate Forms*. Paper Presented at the Third International Conference On Mycorrhizas on October 8-13, 2001 in Adelaide, Australia.
- Smith, S. E & Read. 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Third ed. Academic Press, New York.
- Sukmawati. 2013. Respon Tanaman Kedelai terhadap Pemberian Pupuk Organik, Inokulasi FMA, dan Varietas Kedelai di Tanah Pasiran. *Media Bina Ilmiah*. 7(4): 26-31.
- Sundram, S. 2010. Growth Effects by Arbuscular Mycorrhiza Fungi on Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedlings. *J. of Oil Palm Research*. 22: 796-802.
- Widowati, L. R., S. Widati, & D. Setyorini. 2004. Karakterisasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati yang Efektif untuk Budidaya Sayuran Organik. *Laporan Proyek Penelitian Program Pengembangan Agribisnis*. Balai Penelitian Tanah.
- Zein, F. 2004. Pengaruh Mikoriza Vesicular Arbuskular (MVA) dan Rhizobium terhadap Serapan N dan P Serta Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) pada Tanah Ultisol. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.