

PENGARUH APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA DAN PUPUK KANDANG DENGAN BERBAGAI DOSIS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill) PADA ULTISOL

Maulana Malik, Kuswanta Futas Hidayat, Sri Yusnaini & Maria Viva Rini

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Bandar Lampung 35145
Email: Maulanamalikz@yahoo.com

ABSTRAK

Lahan yang mendominasi di Indonesia adalah lahan dengan tingkat kesuburan tanah yang rendah dari Ordo Ultisol. Untuk meningkatkan kesuburannya dapat diaplikasikan pupuk kandang dan FMA. Adapun tujuan penelitian ini adalah; (1) mengetahui pengaruh aplikasi FMA terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi kedelai pada Ultisol; (2) mengetahui pengaruh aplikasi pupuk kandang dengan berbagai dosis terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi kedelai pada Ultisol; (3) mengetahui apakah respons tanaman kedelai pada Ultisol terhadap aplikasi FMA dipengaruhi oleh dosis pupuk kandang yang diaplikasikan; (4) mengetahui dosis pupuk kandang optimum untuk aplikasi FMA pada tanaman kedelai. Percobaan dilakukan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Produksi Perkebunan Jurusan Agroteknologi FP Unila dari bulan Agustus hingga November 2015. Rancangan perlakuan disusun secara faktorial (2×5) menggunakan rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS) dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi FMA (M) yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa aplikasi FMA (M_0) dan dengan aplikasi FMA (M_1). Faktor kedua adalah pupuk kandang sapi (K), terdiri atas lima taraf yaitu (K_0) 0 ton/ha, (K_1) 5 ton/ha, (K_2) 10 ton/ha, (K_3) 15 ton/ha, dan (K_4) 20 ton/ha pupuk kandang. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji Polinomial Ortogonal dengan α 0,05 dan 0,01. Hasil penelitian menunjukkan bahwa; (1) aplikasi FMA mampu meningkatkan produksi tanaman kedelai pada tanah Ultisol melalui variabel pengamatan jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan bobot 20 butir biji; (2) aplikasi pupuk kandang hingga dosis 20 ton/ha masih meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai melalui variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot akar kering, bobot tajuk kering, serapan P tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan bobot 20 butir biji; (3) respons tanaman kedelai pada Ultisol akibat aplikasi FMA tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk kandang yang diaplikasikan; (4) belum terdapat dosis pupuk kandang optimum untuk aplikasi FMA pada tanaman kedelai.

Kata kunci: FMA, Kedelai, Pupuk Kandang.

PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Kebutuhan kedelai Indonesia tahun 2015 mencapai lebih dari 3 juta ton, sedangkan produksi kedelai Indonesia tahun 2015 hanya sebanyak 963,18 ribu ton biji kering (BPS, 2015). Akibatnya, kekurangan jumlah kedelai sebanyak 2,26 juta ton kedelai diadakan melalui impor (Harian Kompas, 2016). Rendahnya produktivitas kedelai dalam negeri ini disebabkan oleh alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman. Potensi lahan untuk pertanian di Indonesia saat ini merupakan lahan dengan kondisi tanah marjinal dengan tingkat kesuburan yang rendah. Subagyo dkk. (2004) menyatakan bahwa jenis tanah marjinal yang dominan di Indonesia adalah tanah dari ordo Ultisol.

Ultisol memiliki tingkat Al dan Fe yang tinggi, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, dan sangat rentan erosi selain itu kandungan hara terutama P (fosfat) dan

kation-kation dapat ditukar seperti Ca, Mg, Na, dan K, sangat rendah (Adiningsih dan Mulyadi, 1993). Tingkat Al dan Fe yang tinggi menunjukkan pH tanah yang rendah atau memiliki sifat masam. Tanah masam sangat sulit menyediakan unsur hara makro karena berikatan dengan kation Al dan Fe terutama N, P, dan K yang pada umumnya tersedia pada pH sekitar 6-7 (Hardjowigeno, 2003). Unsur P berperan dalam transfer energi, sintesis protein, dan reaksi biokimia yang terjadi di dalam tubuh tanaman (Poerwowidodo, 1992). Ketersediaan P dalam tanah dapat ditingkatkan dengan cara memberi organisme pengabsorpsi P seperti fungi mikoriza arbuskula (FMA) karena benang hifa pada FMA berfungsi mengabsorpsi energi yang bersifat *immobile* seperti P (George dkk., 1992). FMA memiliki kemampuan yang spesifik untuk meningkatkan penyerapan P pada tanah-tanah marginal yang ketersediaan hara P-nya sangat rendah (Clarke dan Mosse, 1981).

Ultisol juga memiliki masalah dalam sifat fisika. Kandungan bahan organik yang rendah juga mengakibatkan kemantapan agregat, permeabilitas tanah, drainase, dan porositas tanah rendah serta peka terhadap erosi (Sarief, 1989). Bahan organik sebagai salah satu bahan pembenah tanah berperan dalam memperbaiki, mempertahankan, ataupun meningkatkan sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah.

lahan-lahan pertanian mendukung peningkatan produktivitas lahan dan sistem pertanian berkelanjutan (Salikin, 2003). Kadar bahan organik tanah dapat dipertahankan dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah, baik kotoran ternak yang berupa kompos maupun sisa-sisa hijau-hijauan dari tanaman seperti padi dan leguminosa berupa jerami padi dan jerami kacang tanah (Juarsah, 2000).

Pupuk kandang sapi digunakan karena selain jumlahnya banyak juga memiliki kandungan N lebih besar dibandingkan dengan pupuk kandang ayam dan kambing. Kandungan hara N dalam pupuk kandang sapi yaitu sebesar 2,34% lebih besar dibandingkan dengan kandungan N pada pupuk kandang ayam dan kambing, tetapi kandungan hara P dalam pupuk kandang sapi paling rendah dibandingkan pupuk kandang ayam dan kambing yaitu sebesar 1,08 % (Balittanah, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah; (1) mengetahui pengaruh aplikasi FMA terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi kedelai pada Ultisol; (2) mengetahui pengaruh aplikasi pupuk kandang dengan berbagai dosis terhadap peningkatan pertumbuhan dan produksi kedelai pada Ultisol; (3) mengetahui apakah respons tanaman kedelai pada Ultisol terhadap aplikasi FMA dipengaruhi oleh dosis pupuk kandang yang diaplikasikan; (4) mengetahui dosis pupuk kandang optimum untuk aplikasi FMA pada tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Produksi Perkebunan Fakultas Pertanian Unila pada bulan Agustus hingga November 2015. Rancangan perlakuan yang digunakan adalah faktorial (2x5) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah aplikasi fungi mikoriza arbuskula (M) yang terdiri atas dua taraf, yaitu tanpa aplikasi FMA (M_0) dan dengan aplikasi FMA (M_1). Faktor kedua adalah pupuk kandang sapi (K) yang terdiri atas lima taraf yaitu (K_0) 0 ton/ha, (K_1) 5 ton/ha, (K_2) 10 ton/ha, (K_3) 15 ton/ha, dan (K_4) 20 ton/ha pupuk kandang. Setiap satuan percobaan diterapkan pada pot percobaan menurut Rancangan kelompok teracak sempurna (RKTS). Homogenitas

ragam antar perlakuan diuji dengan Uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan Uji Tukey. Jika asumsi terpenuhi, maka dilakukan analisis ragam. Pemisahan nilai tengah diuji dengan uji Polinomial Ortogonal dengan peluang melakukan kesalahan ditentukan sebesar 0,05 dan 0,01.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kedelai Varietas Grobogan, pupuk kandang sapi, inokulum FMA campuran jenis *Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Entrophospora* sp. sebanyak ± 1.000 spora, larutan KOH 10%, HCl 1%, *glycerol*, dan *trypan blue*. Pupuk Urea (25 kg/ha), KCl (150 kg/ha) sesuai dosis anjuran dan SP36 3/4 dosis anjuran yaitu 187,5 kg/ha. Peralatan yang digunakan antara lain yaitu timbangan, mikroskop majemuk, dan saringan mikro (500 μ m, 150 μ m, 45 μ m) Media tanam yang digunakan yaitu tanah Ultisol dari Balai Penelitian Tanah, Taman Bogo. Tanah Ultisol dikering udarkan kemudian dihancurkan hingga remah setelah itu ditimbang 10 kg/polibeg sebelum dimasukkan ke dalam polibeg dicampur dengan pupuk kandang sapi sesuai dosis perlakuan yang telah ditentukan, selanjutnya disusun sesuai dengan rancangan percobaan yang telah ditetapkan. Sebelum menanam, benih disemai terlebih dahulu hingga berkecambah. Selanjutnya, pada media tanam dibuat lubang dengan menggunakan centong untuk aplikasi spora mikoriza.

Media tanam dibasahi kemudian spora mikoriza diaplikasikan didinding serta dasar lubang, kemudian kecambah kedelai ditanam. Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot tajuk kering, bobot akar kering, persen infeksi akar oleh FMA, kandungan P tanaman kedelai, jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 20 butir biji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara aplikasi FMA dan pupuk kandang dengan berbagai dosis dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap masing-masing faktor pada pertumbuhan dan produksi kedelai berjalan sendiri-sendiri (Tabel 1).

Aplikasi FMA berpengaruh sama dengan tanpa aplikasi FMA dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Hal ini ditandai dengan tinggi tanaman, jumlah cabang, dan bobot tajuk kering yang tidak berbeda pada taraf nyata 5% (Tabel 1). Aplikasi FMA juga berpengaruh sama dengan tanpa aplikasi FMA dalam meningkatkan serapan P tanaman kedelai (Tabel

Tabel 1. Rekapitulasi pengaruh aplikasi FMA dan dosis bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai

Perbandingan	Variabel Pengamatan									
	TT	JC	BTK	BAK	IA	P	JP	BP	JB	20 Btr
	% Selisih									
FMA (M)										
P1 : M ₀ vs M ₁	tn	tn	tn	14,07*	37,39**	tn	20,97**	16,74**	22,85**	16,13*
Pupuk kandang (K)										
P2 : K-Linier	*	**	**	**	tn	*	**	**	**	*
P3 : K-Kuadratik	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Interaksi										
P4 : P1xP2	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
P5 : P1xP3	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Keterangan : M₀ = Tanpa aplikasi FMA, TT = Tinggi tanaman, JC= Jumlah cabang, BTK= Bobot tajuk kering, BAK= Bobot akar kering, M₁= Aplikasi FMA, IA= Persen infeksi akar oleh FMA, P= Serapan P tanaman kedelai, tn= Tidak berbeda nyata pada taraf 5 %, JP= Jumlah polong per tanaman, BP= Bobot polong per tanaman *= Nyata pada taraf 5 %, JB= Jumlah biji per tanaman, 20 Btr= Bobot 20 butir biji, **= Nyata pada taraf 1 %

1). Keadaan ini disebabkan pada saat kedelai dalam fase vegetatif awal, FMA masih aktif melakukan pertumbuhan sehingga membutuhkan energi yang diambil dari tanaman inangnya. Akan tetapi, pada saat aktif melakukan pertumbuhan FMA juga aktif melakukan penyerapan unsur hara P melalui hifa eksternalnya dan dipertukarkan dengan energi dari tanaman dalam bentuk gula sederhana yang digunakan untuk pertumbuhan serta perkembangan tanaman tersebut. Simanungkalit dan Lukiwati (2001) menyatakan bahwa peran utama FMA dalam aspek agronomis adalah meningkatkan serapan P tanaman. FMA menerima karbon sekitar 12—27 % dari tanaman inangnya dalam bentuk gula sederhana yang digunakan untuk pertumbuhan dan disalurkan ke dalam *mycorrhizosphere* (Tinker dkk., 1994).

Unsur hara Posfor digunakan untuk pembentukan ATP dan NADPH yang berlangsung di grana dengan menggunakan bantuan cahaya matahari untuk fotolisis atom H dari H₂O. Pembentukan ATP dan NADPH merupakan mekanisme penyimpanan energi matahari yang diserap kemudian dirubah menjadi energi kimia pada reaksi terang. ATP dan NADPH dibutuhkan untuk mereduksi CO₂ pada reaksi gelap yang berlangsung di stroma dengan karbohidrat sebagai hasilnya (Sasmitamihardja dan Siregar, 1996). Jadi semakin banyak kandungan P dalam tanaman, maka kemampuan untuk menghasilkan ATP dan NADPH juga semakin banyak sehingga mampu mereduksi CO₂ lebih banyak

untuk fotosintesis dan menghasilkan karbohidrat juga lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang mengandung hara P dalam jumlah terbatas.

Aplikasi FMA mampu meningkatkan bobot akar kering tanaman kedelai sebesar 14,07 % lebih tinggi daripada tanpa aplikasi FMA (Tabel 1). Peningkatan bobot akar kering tanaman kedelai disebabkan oleh adanya infeksi yang dilakukan oleh FMA. Infeksi oleh FMA membantu penyerapan unsur hara *immobile* seperti P, sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses metabolisme yang hasilnya lebih difokuskan pada pertumbuhan akar terlebih dahulu dibandingkan dengan pertumbuhan tajuknya pada media Ultisol yang memiliki kemampuan menyerap dan mempertahankan air yang buruk. Karakter morfologi akar yang potensial untuk menunjukkan resistensi tanaman terhadap kekurangan air ialah pemanjangan akar ke lapisan tanah yang lebih dalam, pertambahan luas dan kedalaman sistem perakaran, perluasan distribusi akar secara horizontal dan vertikal, lebih besarnya berat kering akar pada genotipe tanaman yang lebih tahan kering, pertambahan volume akar, peningkatan berat jenis akar dan resistensi longitudinal pada akar, daya tembus akar yang tinggi, lebih tingginya rasio akar dan tajuk serta rasio panjang akar dan tinggi tanaman (Ai dan Torey, 2013).

Tanaman yang diaplikasikan FMA memiliki persen infeksi akar sebesar 37,39 % lebih tinggi dibandingkan tanpa aplikasi FMA (Tabel 1). Keadaan ini membuktikan bahwa FMA yang diaplikasikan pada tanah Ultisol aktif

menginfeksi akar tanaman kedelai pada semua dosis pupuk kandang yang dicobakan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yusnaini (2009) yaitu akar tanaman jagung yang diaplikasikan FMA dan pupuk organik berupa kotoran ayam mampu meningkatkan jumlah infeksi akar pada tanaman jagung. Peningkatan jumlah infeksi FMA pada akar tanaman akibat pemberian kotoran ayam disebabkan oleh peningkatan bahan organik dan pH tanah.

Aplikasi FMA juga meningkatkan produksi tanaman kedelai dengan meningkatnya jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, serta bobot 20 butir biji (Tabel 1). 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 berat (9,3 g per tanaman) dibandingkan dengan perlakuan tanpa mikoriza (7,2 g per tanaman). Hal ini sejalan dengan penelitian Faryabi dkk. (2015) bahwa indeks panen tanaman kacang hijau yang diaplikasikan FMA meningkat 49,83% dibandingkan dengan tanpa aplikasi FMA.

Pupuk kandang yang diaplikasikan berpengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (Tabel 1). Siregar (2012) mengemukakan hasil penelitiannya bahwa pemberian pupuk kandang 30 ton/ha memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai dan bawang merah serta produksi umbi per plot bawang merah, jumlah polong per tanaman, produksi biji per tanaman, dan produksi biji per plot tanaman kedelai. Kartahadimaja dkk. (2010) menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang kotoran sapi dengan dosis 20 ton/ha dapat meningkatkan jumlah cabang tanaman edamamme. Hal ini dapat terjadi karena pupuk kandang memiliki jumlah unsur P yang tinggi. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan unsur P_2O_5 pada pupuk kandang sebanyak 0,17%.

Pemberian pupuk kandang hingga 20 ton/ha pada tanah Ultisol yang tergolong marginal masih memberikan respons linier (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena sifat fisik dan kimia dari tanah tersebut sangat buruk sehingga masih membutuhkan banyak perbaikan. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian Tawakkal (2009) yaitu produksi tanaman akan meningkat hingga titik optimum dan turun setelah melewati batas optimum pemberian pupuk kandang. Menurut Mulyani (2002), pemberian pupuk kandang mampu meningkatkan unsur hara, daya jerap dan daya simpan air serta meningkatkan kesuburan tanah. Winarso (2005) juga menyatakan bahwa aplikasi pupuk kandang dapat memperbaiki

struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan meningkatkan kehidupan biologi tanah.

Kombinasi antara perlakuan aplikasi FMA dan pupuk kandang dengan berbagai dosis tidak mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Tanggapan tanaman kedelai yang diberi perlakuan aplikasi FMA terhadap peningkatan dosis pupuk kandang tidak berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang tidak ditentukan oleh aplikasi FMA.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (1) Aplikasi FMA mampu meningkatkan produksi tanaman kedelai pada tanah Ultisol melalui variabel pengamatan jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan bobot 20 butir biji; (2) Aplikasi pupuk kandang hingga dosis 20 ton/ha masih meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai melalui variabel tinggi tanaman, jumlah cabang, bobot akar kering, bobot tajuk kering, serapan P tanaman, jumlah polong per tanaman, bobot polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, dan bobot 20 butir biji; (3) Respons tanaman kedelai pada Ultisol akibat aplikasi FMA tidak dipengaruhi oleh dosis pupuk kandang yang diaplikasikan; (4) Belum terdapat dosis pupuk kandang optimum untuk aplikasi FMA pada tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J.S., dan Mulyadi. 1993. Alternatif Teknik Rehabilitasi dan Pemanfaatan Lahan Alang-Alang. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. *Badan Litbang Pertanian*. Hal. 29—50.
- Ai, N. S. dan Torey, P. 2013. Karakter Morfologi Akar Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Bioslogos*. 3 (1): 31—39.
- Balittanah. 2009. Pupuk Anorganik dan Pengelolaannya. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. 8 Oktober 2014.
- BPS. 2015. *Produksi Tanaman Pangan Tahun 2015*. Badan Pusat Statistik. Jakarta. 155 hal.
- Clarke, C. dan Mosse, B. 1981. Plant Growth Responses to Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza. XII. Field inoculation responses of barley at two soil P Level. *New Phytologist*. Hal. 695—703.

- Faryabi, E., Abdossi, V., Sibi, M., dan Marzban, Z. 2015. Effects Of Dual Inoculation of Mycorrhizal Arbuskular Fungi and Rhizobium Bacteria on Yield and Potassium Content of Corn Grains and Green Bean Under Intercropping. *Journal of Novel Applied Science*. 4 (6): 703—708.
- George, E., Haussler, K., Kothari, S.K., Li, X.L., dan Marschner, H. 1992. Contribution of Mycorrhizal Hyphae to Nutrient and Water Uptake of Plants. In: *Mycorrhizas in Ecosystems*. Eds. Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter, A.H., Alexander, I.J. Cambridge University Press, Cambridge. Hal. 42—47.
- Hardjowigeno, S. 1983. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Harian Kompas. 2016. *Impor Kedelai Mencapai 2,26 Juta Ton*. <http://print.kompas.com>. Diakses Senin 31 Oktober 2016.
- Juarsah, I. 2000. Manfaat dan Alternatif Penggunaan Pupuk Organik pada Lahan Kering Melalui Pertanaman Leguminosa. *Prosiding Kongres Nasional VII HITI*. Bandung. Hal 891—899.
- Kartahadimaja, J., Wentasari, R., dan Sesanti, R.N. 2010. Pertumbuhan dan Produksi Polong Segar Edamame Varietas Rioko pada Empat Jenis Pupuk. *Jurnal Agrovisor*. 3 (2): 131—137.
- Mulyani. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Poerwowidodo. 1992. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Salikin, K.A. 2003. *Sistim Pertanian Berkelanjutan*. Cetakan ke-3. Kanisius. Yogyakarta.
- Sarief, S. 1989. *Fisika-Kimia Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Sasmitamihardja, D. and Siregar, A. H. 1996. *Fisiologi Tumbuhan*. Proyek Pendidikan Akademik Dirjen Dikti. Depdikbud. Bandung. Hal. 253—281.
- Simanungkalit, R.D.M., dan. Lukiwati, D.R. 2001. Growth and Nutrient Uptake of *Calliandra calothyrsus* ss Affected by Arbuscular Mycorrhizal Inoculation and Application of Two Different Phosphate Forms. *Paper presented at the Third International Conference On Mycorrhizas*. October 8-13, 2001. Adelaide, Australia.
- Siregar, A.H. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi pada Berbagai Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.) dan Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) dalam Sistem Tumpangsari. Skripsi. Universitas Andalas.
- Subagyo, H., Suharta, N., dan Siswanto, A.B. 2004. Tanah-Tanah Pertanian di Indonesia. Hlm. 21"66. Dalam Adimihardja, A., Amien, L.I.F., Agus, D., Djaenudin (Ed). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat*. Bogor.
- Sukmawati. 2013. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Pemberian Pupuk Organik, Inokulasi FMA, dan Varietas Kedelai di Tanah Pasiran. *Media Bina Ilmiah*. 7 (4): 26—31.
- Tawakkal, M. I. 2009. Respons Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Kotoran Sapi. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Tinker, P. B., Durall, D.M., dan Jones, M. D. 1994. Carbon Use Efficiency in Mycorrhizas: Theory and Sample Calculations. *The New Phytologist*. 128: 115—122.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media. Yogyakarta.
- Yusnaini, S. 2009. Keberadaan Mikoriza Vesikular Arbuskular pada Pertanaman Jagung yang Diberi Pupuk Organik dan Inorganik Jangka Panjang. *J. Tanah Trop*. 14 (3): 253—260.