

## **Pengaruh inokulasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)**

**(Effect of arbuscular mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilization on growth and production of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill)**

**Fatikah, I., D. R. Lukiwati, dan B. A. Kristanto**

*Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University  
Tembalang Campus, Semarang 50275 - Indonesia  
Corresponding E-mail: ikafatikah@gmail.com*

### **ABSTRACT**

The objective of this research was to study the growth and production of soybean at various doses of inoculum arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and phosphate fertilization i.e. guano, rock phosphate, guano+rock phosphate and TSP. This research was conducted in green house and Laboratory of Plant Physiology and Breeding, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University, and Laboratory of Micology, Gadjah Mada University from April 16<sup>th</sup> to August 18<sup>th</sup> 2017. The research was assigned in completely randomized factorial design with the first factor was the doses of inoculum AMF (0, 30, 45 and 60 g/pot) and second factor was the phosphate fertilization (control, guano, rock phosphate, guano+rock phosphate and TSP). The results showed that inoculation of AMF with doses of 30 and 45 g/pot had significant effect on plant height, number of branches and pods. Inoculation of AMF with a dose of 60 g/pot significantly affected the number of branches and pods. Fertilization of guano, BP and guano+BP had significant effect on number of branches and pods, TSP fertilization had significant effect on plant height, number of branches and pods.

Keyword: soybean, arbuscular mycorrhizal fungi, phosphorus fertilization

### **ABSTRAK**

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada berbagai dosis inokulum cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pemupukan fosfat yaitu guano, batuan fosfat dan TSP. Penelitian dilakukan pada tanggal 16 April – 18 Agustus 2017 di green house dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, serta Laboratorium Mikologi, Universitas Gadjah Mada. Penelitian disusun dengan rancangan acak lengkap faktorial dengan faktor pertama adalah dosis CMA 0, 30, 45 dan 60 g CMA/pot dan faktor kedua adalah kontrol, pemupukan guano, BP, guano+BP dan TSP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi CMA dengan dosis 30 dan 45 g/pot berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan polong. Inokulasi CMA dengan dosis 60 g/pot berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang dan polong. Pemupukan guano, BP dan guano+BP berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang dan polong dibanding tanpa pupuk P, pemupukan TSP berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang dan polong.

Kata kunci: kedelai, cendawan mikoriza arbuskular, pemupukan fosfat

### **PENDAHULUAN**

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu komoditas pangan utama

yang disukai oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan kedelai setiap tahun meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan kesadaran masyarakat akan gizi makanan. Produksi kedelai

di Indonesia pada tahun 2011 dan 2013 mengalami penurunan sebesar 13% dan 8,3%, lalu meningkat 19% pada tahun 2015 (Badan Pusat Statistik, 2015). Pemerintah mengimpor demi terpenuhinya kebutuhan kedelai dalam negeri, mencapai 1.965.811 ton dengan nilai 1.176.923 US\$ (International Trade Statistics, 2014).

Indonesia termasuk negara beriklim tropis dengan kondisi tanah umumnya mengalami kekurangan unsur hara terutama fosfor (P), sehingga unsur P menjadi faktor pembatas utama pada pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (Heldt dan Heldt, 2005). Kekurangan unsur P dalam tanah hingga saat ini diatasi dengan memberikan pupuk P cepat larut dalam air, misalnya pupuk superfosfat (SP). Namun demikian, pupuk SP tergolong mahal karena berasal dari fosfat alam yang dikonversi dengan asam sulfat dan asam fosfat menjadi pupuk P larut dalam air (Rochayati *et al.*, 2009). Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk buatan tersebut. Guano dan batuan fosfat merupakan sumber pupuk P-alam yang relatif lebih murah, namun lambat tersedia (*slow release*) (Nusantara *et al.*, 2014). Peningkatan efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan mengaplikasikan cendawan mikoriza arbuskular (CMA). Cendawan MA merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang mengeluarkan enzim fosfatase untuk mengubah unsur hara P dari bentuk tidak tersedia (Al-P, Fe-P, Ca-P, Mg-P) menjadi bentuk tersedia ( $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ) untuk tanaman (Bolan, 1991). Oleh karena itu, penelitian mengenai inokulasi CMA, pupuk guano dan batuan fosfat penting dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis inokulum CMA, serta pemberian pupuk fosfat dan mengetahui pengaruh CMA dan jenis pupuk P-alam yang lebih efektif terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).

## MATERI DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan pada tanggal 16 April – 18 Agustus 2017 di *green house* dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman,

Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro Semarang, serta Laboratorium Mikologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### Materi

Bahan yang digunakan yaitu benih kedelai varietas Gema, inokulum CMA spesies *Glomus fasciculatum*, pupuk guano, batuan fosfat, TSP, amonium sulfat dan KCl, tanah, pot, akuades, larutan buffer pH 7,0 dan 4,0, asam nitrat ( $HNO_3$ ), asam perklorat ( $HClO_4$ ), KOH 10%, HCl 1% dan *lactophenol tripan blue*, pereaksi amonium molibdovanadat, asam askorbat dan pewarna fosfat. Alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, cangkul, meteran, pH meter, oven, erlenmeyer, gelas ukur, gelas beker, tabung reaksi, tabung falkon, cawan petri, kaca objek, botol kaca, pipet tetes, mikropipet, kertas saring, spektrofotometer, *vortex mixer*, alat penyaring spora ukuran 54 dan 75  $\mu m$ , mikroskop dan kamera.

### Metode

Tanah diambil dari lahan kebun percobaan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Tanah dianalisis untuk mengetahui pH, kandungan N, P, K dan C-organik. Tanah yang telah di analisis, diayak dan disterilisasi, dimasukkan ke dalam pot kapasitas 10 kg dan diinkubasi semalam agar suhu tanah menurun. Pemberian inokulum CMA dan pemupukan dilakukan dengan cara dibenamkan ke dalam tanah, sedangkan benih ditanam sebanyak 4 benih/pot. Waktu penanaman dilakukan pada sore hari agar benih tidak mengalami penguapan karena panas. Penjarangan dilakukan 7 HST dengan menyisakan 2 tanaman/pot dengan cara memotong batang tanaman. Pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dilakukan apabila diperlukan. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah polong.

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 4x5. Faktor pertama adalah dosis inokulum CMA terdiri dari  $M_0 = 0$  g/pot (tanpa CMA),  $M_1 = 30$  g/pot,  $M_2 = 45$  g/pot,

dan  $M_3 = 60$  g/pot. Faktor kedua adalah pemupukan fosfat terdiri dari  $P_0 =$  Kontrol (tanpa pupuk P),  $P_1 =$  Guano,  $P_2 =$  BP,  $P_3 =$  Guano+BP, dan  $P_4 =$  TSP, masing-masing sebanyak 54 kg  $P_2O_5/ha$ . Percobaan terdiri dari 20 perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga menghasilkan 60 unit percobaan. Analisis ragam terhadap hasil pengamatan dilakukan dengan uji F dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat terhadap tinggi tanaman kedelai. Perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat masing-masing berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tinggi tanaman kedelai (Tabel 1).

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa inokulasi CMA dengan dosis 30 dan 45 g/pot memberikan hasil tinggi tanaman nyata lebih tinggi dibanding tanpa CMA. Hal ini disebabkan karena CMA bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai dan membentuk koloni. Hal ini sesuai dengan pendapat Marschner (1995) bahwa kolonisasi akar oleh CMA menyebabkan terjadinya perubahan pertumbuhan dan aktivitas akar melalui terbentuknya hifa eksternal yang dapat meningkatkan serapan hara terutama P.

Inokulasi CMA dengan dosis 60 g/pot tidak berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa CMA. Hal ini diduga karena kolonisasi CMA pada suatu tanaman dapat mencapai maksimum jika diinokulasikan hingga batas dosis tertentu (Syarif, 2001). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Masfufah *et al.* (2016) bahwa peningkatan dosis CMA 50 menjadi 150 spora/tanaman tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai.

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa pemupukan TSP memberikan hasil tinggi tanaman nyata lebih tinggi dibanding BP dan tanpa pupuk P. Sebagai pupuk larut air, pupuk TSP pada awalnya menyediakan lebih banyak unsur P ke dalam media tumbuh untuk kemudian diserap tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Permanasari *et al.* (2016) bahwa tingginya unsur P di dalam tanah menyebabkan sebagian besar fotosintat yang dihasilkan lebih banyak didistribusikan ke bagian tajuk untuk pertumbuhan tanaman, namun sedikit ke bagian akar. Young *et al.* (1985) menyatakan bahwa pupuk TSP merupakan hasil reaksi antara BP dan asam sulfat, sehingga lebih mudah larut dan unsur P menjadi lebih tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Pemupukan TSP memberikan hasil tinggi tanaman tidak berbeda nyata terhadap guano dan guano+BP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa guano dapat meningkatkan tinggi tanaman. Guano tidak hanya mengandung unsur hara P, tetapi juga unsur hara N. Hal ini sesuai dengan pendapat Sikazwe dan de

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat

Dosis CMA (g/pot)	Pemupukan Fosfat					Rata-rata
	Kontrol	Guano	BP	Guano+BP	TSP	
	------(cm)-----					
0	42,37	60,13	51,77	55,28	63,12	54,53 <sup>c</sup>
30	59,83	66,08	62,92	60,00	68,83	63,53 <sup>ab</sup>
45	64,77	58,77	64,75	71,50	64,08	64,77 <sup>a</sup>
60	54,42	57,00	57,42	59,02	68,05	59,18 <sup>bc</sup>
Rata-rata	55,35 <sup>b</sup>	60,50 <sup>ab</sup>	59,21 <sup>b</sup>	61,45 <sup>ab</sup>	66,02 <sup>a</sup>	

Keterangan: Angka diikuti huruf berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji DMRT 5%

Waele (2004) bahwa guano mengandung 4,03% P, 0,46% N dan 0,12% K atau 9,23% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,46% N dan 0,14% K<sub>2</sub>O. Wahyudin *et al.* (2017) menyatakan bahwa pemberian pupuk nitrogen akan merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai.

### Jumlah Cabang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat terhadap jumlah cabang kedelai. Perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat masing-masing berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap jumlah cabang kedelai (Tabel 2).

produksi/tanaman. Hal tersebut disebabkan oleh CMA yang telah berkolonisasi dengan akar membantu tanaman dalam penyerapan P di dalam tanah. Inokulasi CMA dengan dosis 30 g/pot memberikan hasil jumlah cabang tidak berbeda nyata dibanding dosis 45 dan 60 g CMA/pot. Hal ini sesuai dengan pendapat Syarif (2001) bahwa kolonisasi CMA pada suatu tanaman dapat mencapai maksimum jika diinokulasikan hingga batas dosis tertentu. Ferry dan Rusli (2014) menambahkan bahwa untuk efisiensi penggunaan CMA, pemberian dosis 40 g CMA/tanaman sudah dapat meningkatkan pertumbuhannya. Peningkatan dosis CMA hingga 60 g/tanaman tidak meningkatkan pertumbuhan secara nyata.

Tabel 2. Jumlah Cabang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) dengan Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat

Dosis CMA (g/pot)	Pemupukan Fosfat					Rata-rata
	Kontrol	Guano	BP	Guano+BP	TSP	
	------(cabang)-----					
0	2,83	5,00	2,67	4,17	5,00	3,93 <sup>b</sup>
30	4,67	7,50	6,83	6,83	7,67	6,70 <sup>a</sup>
45	4,50	7,17	6,17	7,00	6,00	6,17 <sup>a</sup>
60	5,50	6,83	7,00	6,00	6,17	6,30 <sup>a</sup>
Rata-rata	4,38 <sup>b</sup>	6,63 <sup>a</sup>	5,67 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>	6,21 <sup>a</sup>	

Keterangan: Angka diikuti huruf berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji DMRT 5%

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan berbagai dosis CMA memberikan hasil jumlah cabang nyata lebih tinggi dibanding tanpa CMA. Pemberian CMA dapat meningkatkan penyerapan P, sehingga mempengaruhi perkembangan jaringan meristematik di bagian tunas yang mengakibatkan perkembangan cabang meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Parliansah (2000) bahwa unsur P berperan dalam pembelahan sel, yaitu ketika sel-sel membelah dan membesar dapat mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan bagian tanaman, termasuk cabang. Hal tersebut membuktikan bahwa pemberian CMA mampu meningkatkan jumlah cabang. Ardiansyah *et al.* (2014) menambahkan bahwa inokulasi CMA berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang dan

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan berbagai pemupukan P memberikan hasil jumlah cabang nyata lebih tinggi dibanding tanpa pupuk P. Hal ini sesuai dengan pendapat Webster dan Willson (1973) bahwa pemberian pupuk P pada waktu penanaman akan memperbaiki permulaan pertumbuhan, sehingga dapat memperbaiki serta meningkatkan jumlah cabang legum dibanding tanpa pemupukan. Wahyudin *et al.* (2015) menambahkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan cabang adalah unsur hara. Pemupukan guano memberikan hasil jumlah cabang tidak berbeda nyata terhadap BP, guano+BP dan TSP. Penambahan pupuk P pada media tanam tidak selalu mempengaruhi jumlah cabang tanaman

kedelai. Hal ini sesuai dengan pendapat Hidayat (1985) bahwa percabangan pada tanaman kedelai dipengaruhi oleh panjang hari, jarak tanam dan kesuburan tanah. Pendapat ini diperkuat oleh Adie dan Krisnawati (2007) bahwa percabangan kedelai dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan, misalnya panjang hari, jarak tanam dan kesuburan tanah.

### Jumlah Polong

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat terhadap jumlah polong kedelai. Perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat masing-masing berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap jumlah polong kedelai (Tabel 3).

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa inokulasi CMA dengan dosis 30, 45 dan 60 g/pot memberikan hasil jumlah polong nyata lebih tinggi dibanding tanpa CMA. Hal ini sesuai dengan pendapat Suherman *et al.* (2012) bahwa pemberian CMA mampu meningkatkan jumlah polong dibanding tanpa CMA. Sukmawati *et al.* (2014) menyatakan bahwa CMA memiliki hifa eksternal yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur P di dalam tanah dengan panjang mencapai 7-10 m/g tanah di dalam pot (Allen *et al.*, 1992), sehingga hasil produksi pun meningkat. Inokulasi CMA dengan dosis 30 g/pot memberikan hasil jumlah polong tidak berbeda nyata terhadap dosis 45 dan 60 g/pot. Hal ini sesuai dengan pendapat Syarif

(2001) bahwa kolonisasi CMA pada suatu tanaman dapat mencapai maksimum jika diinokulasikan hingga batas dosis tertentu.

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa pemupukan guano memberikan hasil jumlah polong tidak berbeda nyata terhadap TSP dan guano+BP, namun berbeda nyata terhadap tanpa pupuk P dan BP. Hasil tersebut terlihat dari banyaknya jumlah cabang tertinggi pada perlakuan pemupukan guano. Hal ini sesuai dengan pendapat Bakhtiar *et al.* (2014) bahwa semakin banyak jumlah cabang, maka semakin banyak pula jumlah polong yang dihasilkan.

### KESIMPULAN

Inokulasi CMA dengan dosis 30 g/pot mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang dan polong. Pemberian pupuk guano mampu meningkatkan jumlah cabang dan jumlah polong.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M.M., dan A. Krisnawati. 2007. Peluang peningkatan kualitas biji kedelai. Prosiding Risalah Seminar. Badan Litbang Pertanian. 23 November 2008. Hal. 216-230.
- Allen, M. F., B. Weinbaun, S. J. Morriz and E. B. Allen. 1992. Techniques for following the hyphae of VA mycorrhizal fungi.

Tabel 3. Jumlah Polong Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat

Dosis CMA (g/pot)	Pemupukan Fosfat					Rata-rata
	Kontrol	Guano	BP	Guano+BP	TSP	
	------(polong/pot)-----					
0	3,00	23,33	6,00	12,67	18,67	12,73 <sup>b</sup>
30	14,00	31,67	25,67	26,67	33,00	26,20 <sup>a</sup>
45	13,67	27,33	24,67	27,33	22,67	23,13 <sup>a</sup>
60	18,33	28,00	24,00	25,67	26,00	24,40 <sup>a</sup>
Rata-rata	12,25 <sup>c</sup>	27,58 <sup>a</sup>	20,08 <sup>b</sup>	23,08 <sup>ab</sup>	25,08 <sup>a</sup>	

Keterangan: Angka diikuti huruf berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda nyata dengan uji DMRT 5%.

- Programme and Abstracts. The International Symposium on Management of Mycorrhizas. In Agriculture, Horticulture and Forestry. Perth. Western Australia. 28 Sept – 2 Okt 1992. Hal. 24 – 25.
- Ardiansyah, M., L. Mawarni, dan N. Rahmawati. 2014. Respons pertumbuhan dan produksi kedelai hasil seleksi terhadap pemberian asam askorbat dan inokulasi fungi mikoriza arbuskular di tanah salin. J. Online Agroekoteknologi. **2** (3) : 948-954.
- Badan Pusat Statistik. 2015. <http://www.bps.go.id/>. Diakses : 28 April 2016.
- Bakhtiar, T. Hidayat, Y. Jufri, dan S. Safriati. 2014. Keragaan pertumbuhan dan komponen hasil beberapa varietas unggul kedelai di Aceh Besar. J. Floratek. **9** : 46-52.
- Bolan, N. S., A. D. Robson, N. J. Barrow, and L. A. G. Aylmore. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil. **134** : 189–207.
- Ferry, Y. dan Rusli. 2014. Pengaruh dosis mikoriza dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan dan produksi kopi robusta di bawah tegakan kelapa produktif. J. Littri. **20** (1) : 27-34.
- Heldt, H.W., and F. Heldt. 2005. Plant Biochemistry. Elsevier, Amsterdam.
- Hidayat, O.O. 1985. Morfologi Tanaman Kedelai. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- International Trade Statistics. 2014. [http://www.trademap.org/tradestat/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx](http://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProductCountry_TS.aspx). Diakses : 17 Mei 2016.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plant. Academic Press, London.
- Masfufah, R., M. W. Proborini, dan R. Kawuri. 2016. Uji kemampuan spora cendawan mikoriza arbuskular (CMA) lokal Bali pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.). J. Simbiosis. **4** (1) : 26-30.
- Nusantara, C.J., Sumarno, W. S. Dewi, dan Sudadi. 2014. Pengaruh dosis inokulum Azolla dan pupuk fosfat alam terhadap ketersediaan P dan hasil padi di alfisol. J. Ilmu-Ilmu Pertanian. **29** (2) : 106-114.
- Parliansah, D.R. 2000. Pengaruh pemberian ameliorant (pupuk kandang kalsit) serta dosis batuan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) kultivar Wilis pada Ultisol. *Skripsi*. Universitas Padjajaran, Jatinangor.
- Permanasari, I., K. Dewi, M. Irfan, dan A. T. Arminudin. 2016. Peningkatan efisiensi pupuk fosfat melalui aplikasi mikoriza pada kedelai. J. Agroteknologi. **6** (2) : 23-30.
- Rochayati, S., M. T. Sutriadi, dan A. Kasno. 2009. Fosfat Alam : Pemanfaat Fosfat Alam yang Digunakan Langsung sebagai Pupuk Sumber P. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Bogor.
- Sikazwe, O. and B. de Waele. 2004. Assesment of the quality and reserves of bat guano at Chipongwe and Kapongo caves near Lusaka as fertilizer material. UNZA Journal of Science and Technology Special Edition. **1** (3) : 32-42.
- Suherman, I. Rahim dan M. A. Akib. 2012. Aplikasi mikoriza vesicular arbuskular terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). J. Galung Tropika. **1** (1) : 1-6.
- Sukmawati, W. Wangiyana, dan R. S. Tejowulan. 2014. Pengaruh pemberian pupuk organik, inokulasi mikoriza dan varietas kedelai terhadap perbaikan kualitas tanah dan serapan hara. J. Agroteksos. **24** (3) : 173-177.
- Syarif, A. 2001. Infektifitas CMA dan

- efektifitasnya terhadap pertumbuhan bibit manggis. *Jurnal Stigma dan Agricultural Science Journal*. **10** (2) : 137.
- Wahyudin, A., T. Nurmala, dan R. D. Rahmawati. 2015. Pengaruh dosis pupuk fosfor dan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada ultisol Jatinangor. *J. Kultivasi*. **14** (2) : 16-22.
- Wahyudin, A., F. Y. Wicaksono, A. W. Irwan, Ruminta, dan R. Fitriani. 2017. Respons tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Wilis akibat pemberian berbagai dosis pupuk N, P, K dan pupuk guano pada tanah Inceptisol Jatinangor. *J. Kultivasi*. **16** (2) : 333-339.
- Webster, C.C., and P. N. Willson. 1973. *Agriculture in the Tropic*. Iowe and Brydone Ltd, London.
- Widiastuti, H., N. Sukarno, L. K. Darusman, D. H. Goenadi, S. Smith dan E. Guhardja. 2005. Penggunaan spora cendawan mikoriza arbuskula sebagai inokulum untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara kelapa sawit. *J. Menara Perkebunan*. **73** (1) : 26 – 34.
- Young, R.D., D. G. Weatfall, and G. W. Colliver. 1985. Production, Marketing and Use of Phosphorus Fertilizers. In *Fertilizer Technology and Use*. Third ed. (Ed. O.P. Engelstad). Published by Soil Soc.of. Am., Inc. Madison, Wisconsin. Hal. 323-376.