

PENGARUH APLIKASI FOSFOR DAN SILIKA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* [L.] Merrill.)

Erika Alina Puteri, Yayuk Nurmiaty & Agustiansyah

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung,
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1, Bandar Lampung 35145
E-mail: alinaputeri262@yahoo.com

ABSTRAK

Produktivitas kedelai di Indonesia masih rendah. Upaya meningkatkan produktivitas kedelai dapat dilakukan melalui dosis pemupukan baik pupuk makro maupun mikro. Penelitian ini bertujuan (1) mengetahui pengaruh pemberian P terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai; (2) mengetahui tanggapan tanaman kedelai terhadap pemberian Si dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman; (3) mengetahui tanggapan tanaman kedelai terhadap kombinasi pemberian P dan Si dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dari bulan Januari—Juni 2013. Perlakuan disusun secara faktorial (5x3) dalam RKTS dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah dosis pupuk fosfor: 0 g 10 kg⁻¹ tanah (P₍₀₎); 0,5 g 10 kg⁻¹ tanah (P₍₁₎); dan 1 g 10 kg⁻¹ tanah (P₍₂₎). Faktor kedua adalah dosis pupuk silika: 0 g 10 kg⁻¹ tanah (Si₍₀₎), 1 g 10 kg⁻¹ tanah (Si₍₁₎), 2 g 10 kg⁻¹ tanah (Si₍₂₎), 3 g 10 kg⁻¹ tanah (Si₍₃₎), dan 4 g 10 kg⁻¹ tanah (Si₍₄₎). Data dianalisis dengan anava dan pemisahan nilai tengah dengan ortogonal polinomial (silika) dan ortogonal kontras (fosfor) pada α 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian P tidak tergantung dari pemberian Si. Pemberian P 0,5 g 10 kg⁻¹ tanah dan 1 g 10 kg⁻¹ tanah lebih baik daripada tanpa pemberian P berdasarkan variabel jumlah daun, jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, bobot kering akar, dan bobot polong/tanaman dengan selisih masing-masing sebesar 3 helai; 6,21 buku; 10,15 gram; 1,17 gram; dan 2,73 gram sedangkan pemberian P 0,5 g 10 kg⁻¹ tanah tidak berbeda dengan 1 g 10 kg⁻¹ tanah pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai kecuali pada tinggi tanaman dengan selisih 5,99 cm. Pemberian silika sampai 4 g/10 kg tanah tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda pada semua variabel pengamatan.

Kata kunci: fosfor, hasil, kedelai, pertumbuhan, silika.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill.) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting dalam peningkatan gizi masyarakat Indonesia. Hal tersebut didasarkan pada manfaatnya sebagai sumber protein nabati, vitamin, mineral, lemak, dan besi yang penting bagi manusia. Nilai gizi kedelai dalam 100 gram bahan makanan cukup tinggi sekitar 53 gram karbohidrat, 35 gram protein, 18 gram lemak, 8 gram air, 227 miligram kalsium, 358 miligram fosfor, 8 miligram besi, serat, serta vitamin A dan vitamin B (Sumarno, 2007).

Kebutuhan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk akan tetapi produksi kedelai masih rendah sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan kedelai dalam negeri. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2012), kemampuan produksi kedelai dalam negeri baru mampu memenuhi kebutuhan kedelai sebesar \pm 851,286 ton biji kering atau hanya mencukupi \pm 37,01% dari kebutuhan dalam negeri, sisanya \pm 63% diimpor dari negara lain. Menurut Sudaryono, Taufiq, dan Wijanarko (2007),

produksi kedelai karena petani belum menggunakan varietas unggul kedelai seperti varietas yang responsif terhadap pemupukan dan toleran terhadap hama dan penyakit. Selain itu, pengembangan budidaya pada pra dan pasca panen (pengolahan tanah, pemupukan, pengairan, pengendalian organisme pengganggu tanaman, panen, dan pasca panen) masih belum optimal diterapkan oleh petani.

Upaya meningkatkan produktivitas kedelai dapat dilakukan melalui pemupukan. Pemupukan merupakan salah satu cara atau teknik mengembalikan kehilangan unsur hara pada saat panen sebelumnya. Pemupukan juga digunakan dalam metabolisme tanaman untuk memperbaiki pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dikelompokkan sebagai unsur hara makro dan mikro (Dewanto dan Londok, 2013).

Menurut Hardjowigeno (2003), fosfor (P) yang merupakan salah satu unsur hara makro esensial dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Pada tanaman leguminosa, P berperan dalam pembentukan dan aktivitas bintil akar pada fase vegetatif tanaman. Pemberian P

pada tanaman kedelai memperngaruhi hasil dan komposisi biji kedelai. Bila kekurangan unsur P pada tanaman maka dapat menghambat pertumbuhan, pemasakan buah, dan biosintesis klorofil sehingga tanaman mengalami perubahan warna menjadi gelap dan pengisian polong kurang maksimal.

Salah satu unsur mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup banyak adalah silika (Si). Menurut Balai Penelitian Tanah (2010), silika merupakan bagian besar unsur hara yang terkandung di dalam tanah. Silika berperan dalam meningkatkan laju fotosintesis dan resistensi tanaman terhadap cekaman biotik (serangan hama dan penyakit) dan abiotik (kekeringan, salinitas, alkalinitas, dan cuaca ekstrim). Kelarutan silika dalam tanah sangat kecil; silika yang terkandung dalam tanaman umumnya di bawah 1-2% bobot kering.

Pengaruh silika pada tanaman dikaitkan dengan unsur fosfor dalam tanah dan tanaman. Beberapa ahli mengatakan, Si mampu menggantikan P dari kompleks pertukaran sehingga ketersediaan P meningkat. Ketersediaan P dalam tanah akan berkurang apabila senyawa beracun seperti Al dan Fe meningkat. Pemberian Si yang cukup dalam tanah dapat menekan senyawa Al dan Fe pada tanah sehingga P tersedia bagi tanaman (Nugroho, 2009). Pada tanaman kedelai, pemberian P disertai Si belum banyak diteliti terutama pada lahan kering masam. Penelitian P disertai Si diterapkan pada tanaman kedelai khususnya varietas Tanggamus yang toleran terhadap kondisi lahan kering masam.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian P terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Mengetahui tanggapan tanaman kedelai terhadap pemberian Si dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Mengetahui tanggapan tanaman kedelai terhadap kombinasi pemberian P dan Si dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan ketinggian 146 meter di atas permukaan laut dari bulan Januari-Juni 2013.

Bahan yang digunakan adalah tanah kering masam, benih kedelai Varietas Tanggamus, pupuk Urea, pupuk SP-36 dengan kandungan P_2O_5 , pupuk KCl, pupuk silika ($NaSiO_3 \cdot 9H_2O$) dengan kandungan SiO_2 , insektisida Bayluscide dengan bahan aktif niclosamide 250 g l^{-1} , dan insektisida Dursband dan Basband dengan

bahan aktif klorpirifos. Alat yang digunakan bans, polibag, cangkul, koret, timbangan, alat semprot, meteran, ember, gembor, oven, alat pembagi tepat benih, dan alat tulis.

Rancangan perlakuan disusun secara faktorial (5×3). Faktor pertama adalah dosis pupuk P dengan 3 taraf, yaitu $0 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 0 \text{ kg ha}^{-1}$ ($P_{(0)}$); $0,5 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 100 \text{ kg ha}^{-1}$ ($P_{(1)}$); dan $1 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ($P_{(2)}$). Faktor kedua adalah dosis pupuk Si dengan 5 taraf, yaitu $0 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 0 \text{ kg ha}^{-1}$ ($Si_{(0)}$), $1 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 100 \text{ kg ha}^{-1}$ ($Si_{(1)}$), $2 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ($Si_{(2)}$), $3 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 300 \text{ kg ha}^{-1}$ ($Si_{(3)}$), dan $4 \text{ g/10 kg tanah setara dengan } 400 \text{ kg ha}^{-1}$ ($Si_{(4)}$).

Perlakuan diterapkan pada petak percobaan dalam rancangan kelompok teracak sempurna. Setiap perlakuan diulang tiga kali. Pengelompokan dilakukan berdasarkan waktu pengamatan. Homogenitas ragam antarperlakuan diuji dengan uji Bartlett dan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Jika asumsi analisis ragam terpenuhi, dilanjutkan pemisahan nilai tengah faktor. Untuk perlakuan pengaruh fosfor diuji dengan ortogonal kontras sedangkan pengaruh peningkatan dosis silika diuji dengan ortogonal polinomial pada $\alpha 5\%$.

Pelaksanaan dalam penelitian ini meliputi persiapan media tanam, penanaman, penyulaman, perlakuan pemupukan, pemeliharaan tanaman, panen, dan pengamatan pada komponen pertumbuhan (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bunga, jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, dan bobot kering akar) dan komponen hasil (jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot polong per tanaman, dan bobot biji per tanaman).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menggunakan uji ortogonal polinomial dan ortogonal kontras menunjukkan bahwa tanggapan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai terhadap pemberian fosfor (P) tidak tergantung dari pemberian silika (Si), begitu pula sebaliknya.

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan dan hasil tanaman dipengaruhi oleh faktor utama yaitu P dan Si yang diberikan secara tunggal. Pemberian P

$0,5 \text{ g/10 kg tanah}$ (setara dengan 100 kg ha^{-1}) dan 1 g/10 kg tanah (setara dengan 200 kg/ha) lebih baik daripada tanpa pemberian P berdasarkan variabel jumlah daun, jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, bobot kering akar, dan bobot polong per tanaman dengan selisih masing-masing sebesar 3 helai; 6,21 buku; 10,15 gram; 1,17 gram; dan 2,73 gram sedangkan pemberian P $0,5 \text{ g/10 kg tanah}$ (setara dengan

100 kg ha⁻¹) tidak berbeda dengan pemberian P 1 g/ 10 kg tanah (setara dengan 200 kg/ha) pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (Tabel 1). Pemberian silika sampai dosis 4 g/10 kg tanah pada tanaman kedelai tidak memberikan pengaruh yang

berbeda pada semua variabel pengamatan. Tanggapan kedelai dalam pertumbuhan dan hasil tanaman terhadap pemberian P disertai Si atau sebaliknya menghasilkan pengaruh yang berbeda pada variabel pertumbuhan yaitu tinggi tanaman. Namun, setelah dibuat persamaan

Tabel 1. Signifikansi pengaruh aplikasi fosfor dan silika terhadap variabel pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

Perbandingan	Variabel Pertumbuhan						Variabel Hasil			
	TT	JD	JB	JBS	BKB	BKA	JPI	JPH	BP	BB
Pengaruh fosfor (P)										
p1 : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn	*	tn	*	*	*	tn	tn	*	tn
p2 : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎	*	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Pengaruh silika (Si)										
p3 : Si Linear	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
p4 : Si Kuadrat	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Pengaruh interaksi fosfor (P) dan silika (Si)										
p5 : p1 X p3	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
p6 : p1 X p4	*	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
p7 : p2 X p3	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
p8 : p2 X p4	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
Tanggapan fosfor pada masing-masing dosis silika										
Si ₍₀₎ : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn									
Si ₍₀₎ : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎	tn									
Si ₍₁₎ : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn									
Si ₍₁₎ : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎	tn									
Si ₍₂₎ : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn									
Si ₍₂₎ : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎	*									
Si ₍₃₎ : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn									
Si ₍₃₎ : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎	tn									
Si ₍₄₎ : P ₍₀₎ Vs P ₍₁₎ P ₍₂₎	tn									
Si ₍₄₎ : P ₍₁₎ Vs P ₍₂₎										
Tanggapan silika pada masing-masing dosis fosfor										
P ₍₀₎ : Si Linear	tn									
P ₍₀₎ : Si Kuadrat	*									
P ₍₁₎ : Si Linear	tn									
P ₍₁₎ : Si Kuadrat	tn									
P ₍₂₎ : Si Linear	tn									
P ₍₂₎ : Si Kuadrat	tn									

Keterangan: TT: Tinggi Tanaman, * : Berbeda pada α 5%, JD: Jumlah Daun, tn: Tidak berbeda pada α 5%, JB: Jumlah Bunga, JBS : Jumlah Buku Subur , BKB: Bobot Kering Berangkasan, BKA: Bobot Kering Akar, JPI: Jumlah Polong Isi, JPH: Jumlah Polong Hampa, BP: Bobot Polong, BB: Bobot Biji P₍₀₎: 0 g 10 kg⁻¹ tanah (0 kg ha⁻¹), P₍₁₎: 0,5 g 10 kg⁻¹ tanah (100 kg ha⁻¹), P₍₂₎: 1 g 10 kg⁻¹ tanah (200 kg ha⁻¹), Si₍₀₎: 0 g 10 kg⁻¹ tanah (0 kg ha⁻¹), Si₍₁₎: 1 g 10 kg⁻¹ tanah (100 kg ha⁻¹), Si₍₂₎: 2 g 10 kg⁻¹ tanah (200 kg ha⁻¹), Si₍₃₎: 3 g 10 kg⁻¹ tanah (300 kg ha⁻¹), Si₍₄₎: 4 g 10 kg⁻¹ tanah (400 kg ha⁻¹)

pengaruh pemberian P disertai Si tidak menunjukkan hasil yang berbeda ditunjukkan dengan nilai determinasi (R^2) yang tidak berbeda pada setiap dosis P ($R^2 P_{(0)=}$ 0,107,

$R^2 P_{(1)=}$ 0,266, dan $R^2 P_{(2)=}$ 0,013). Dengan demikian, pengaruh masing-masing dosis pupuk P tidak tergantung dengan pemberian pupuk Si.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum pemberian P 0,5 g/10 kg tanah dan 1 g/10 kg tanah atau setara dengan 100 kg/ha dan 200 kg/ha diberikan 5 kali lipat (karena dalam polibag) menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih baik daripada tidak diberi P berdasarkan variabel jumlah daun, jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, bobot kering akar, dan bobot polong per tanaman dengan selisih masing-masing sebesar 3 helai; 6,21 buku; 10,15 gram; 1,17 gram; dan 2,73 gram sedangkan pemberian P 0,5 g/10 kg tanah tidak berbeda dengan P 1 g/10 kg tanah berdasarkan variabel pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai kecuali pada variabel tinggi tanaman dengan selisih sebesar 5,99 cm.

Pemberian fosfor dalam penelitian ini meningkatkan bobot kering akar. Hasil penelitian ini sejalan dengan teori Schachtman, Reid, dan Ayling (1998) yang menyatakan bahwa pemberian P dalam bentuk ion fosfat dibutuhkan oleh tanaman untuk pembentukan sel pada jaringan di dalam akar serta dapat menambah jumlah, ukuran, dan bobot akar sampai dengan 10 kali lipat. Hasil penelitian ini juga mendukung hasil penelitian Zuchri (2009) yaitu meningkatkan jumlah daun dan bobot kering berangkasan. Selanjutnya dilaporkan pula bahwa perlakuan P dosis 250-375 kg SP-36/ha pada tanaman kacang tanah yang diberikan ke dalam tanah kering masam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman (jumlah daun dan bobot kering tanaman). Peningkatan ini disebabkan oleh pembentukan sel, jaringan, dan tunas baru tanaman. Zuchri (2009) juga menjelaskan bahwa pemberian P kemungkinan tidak berpengaruh pada pertumbuhan tanaman kecuali bobot polong/tanaman yang diduga masih tersedia P dalam tanah sampai fase vegetatif setelah memasuki fase generatif. Ketersediaan P bagi tanaman rendah atau tidak dimungkinkan terserap oleh akar dan cadangan P di dalam organ tanaman ditranslokasikan ke bagian-bagian generatif seperti polong.

Dalam penelitian ini, pemberian silika (Si) sampai 4 g/10 kg tanah atau setara dengan 400 kg ha⁻¹ ($Si_{(4)}$) menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai yang tidak berbeda berdasarkan semua variabel pengamatan diduga karena kandungan Si pada tanah-tanah di daerah tropis sangat tinggi sekitar 5-40% Si atau sekitar 200-320 gram Si sehingga pemberian Si ke

dalam tanah akan menimbulkan keracunan pada tanaman, selain itu penyerapan Si pada tanaman dikotil atau leguminosa sangat rendah sekitar 0,5% dan sisanya 99,5% Si mengendap di dalam tanah yang menyebabkan residu pupuk Si (Yukamgo dan Yuwono, 2007).

Dari penelitian ini didapat tanggapan dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai terhadap pemberian P tidak tergantung dari pemberian Si. Hal ini diduga karena penyerapan Si oleh tanaman kedelai sangat rendah sehingga tidak mencukupi ketersediaan Si bagi tanaman kedelai selain itu kandungan Si dan P di dalam tanah diduga sudah tinggi sehingga pemberian pupuk Si dan P menimbulkan residu pupuk di dalam tanah. Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Nugroho (2009) pada tanaman padi yang melaporkan bahwa pemberian Si sampai dosis 5,48 g SiO₂/kg tanah ke dalam tanah dapat meningkatkan P tersedia bagi tanaman sehingga meningkatkan kadar P pada daun bendera yang mengakibatkan meningkatnya kemampuan tanaman berfotosintesis sehingga serapan hara meningkat serta meningkatkan jumlah malai dan bobot gabah padi.

Dalam penelitian ini Si diberikan satu minggu sebelum pemberian P tetapi pemberian Si sampai dengan 4 g/10 kg tanah dan pemberian P sampai 1 g/10 kg tanah yang diberikan sebanyak lima kali lipat menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda. Nugroho (2009) juga melaporkan bahwa pemberian Si sampai dosis 5,48 g SiO₂/kg tanah sebelum perlakuan P pada tanaman padi menyebabkan pelepasan P terikat dalam kompleks pertukaran akibat senyawa beracun. Pemberian Si sebelum perlakuan P terbukti dapat meningkatkan P tersedia bagi tanaman sedangkan penambahan pupuk P sampai 6,24 g SP-36/kg tanah sebelum perlakuan Si dapat meningkatkan kelarutan Si dalam tanah. Penambahan pupuk P menyebabkan dekomposisi mineral liat dari reaksi pertukaran ligan yang menyebabkan terjadinya pemecahan seskuioksidasi sehingga meningkatnya kelarutan Si dalam tanah. Menurut Yang *et al.* (2008), pupuk Si yang diberikan bersamaan dengan pupuk P pada tanaman jagung dapat meningkatkan kemampuan penyerapan dan penggunaan P pada akar, meningkatkan kandungan dan akumulasi P, meningkatkan bahan kering, serta memperbaiki kandungan klorofil dan laju fotosintesis pada daun.

Berdasarkan hasil penelitian ini, tanggapan tanaman dalam pertumbuhan dan hasil pada pemberian P tidak tergantung dari pemberian Si. Secara umum diduga karena kebutuhan air yang kurang terpenuhi sejak penanaman hingga pemanenan tanaman kedelai karena penyiraman hanya dilakukan 1 kali sehari. Kekurangan air mengakibatkan penurunan turgor sel, merangsang

penutupan stomata, dan menghambat difusi uap air dan CO₂, sehingga aktivitas fotosintesis akan terhambat sehingga pertumbuhan terhambat dan menurunkan hasil tanaman (Sumarno *et al.*, 2007). Selain itu, pada penelitian tidak dilakukan analisis tanah dan unsur hara.

KESIMPULAN

Pemberian P dosis 0,5 g/ 10 kg tanah setara dengan 100 kg/ha dan 1 g/ 10 kg tanah setara dengan 200 kg ha⁻¹ yang diberikan 5 kali lipat lebih efektif daripada tidak diberi P berdasarkan variabel jumlah daun, jumlah buku subur, bobot kering berangkasan, bobot kering akar, dan bobot polong/tanaman kedelai. Tanggapan dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai tidak berbeda meskipun dosis Si ditingkatkan sampai 4 g/ 10 kg tanah atau setara dengan 400 kg ha⁻¹. Tanggapan dalam pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai pada pemberian P tidak tergantung dari pemberian Si.

SANWACANA

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Eko Pramono, M.S. atas bimbingan selama penulis melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia. http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.php. Diakses pada tanggal 15 Juni 2012, pukul 21.00 WIB.
- Balai Penelitian Tanah. 2010. Mengenal Silika sebagai Unsur Hara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pangan*, 32 (3): 19-20.
- Dewanto, F.G. dan J.J.M.R Londok. 2013. Pengaruh Pemupukan Anorganik Dan Organik Terhadap Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Zootek*. 32 (5): 1-8.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo. Jakarta. 286 hlm.
- Nugroho, B. 2009. *Peningkatan Produksi Padi Gogo dengan Aplikasi Silikat dan Fosfor serta [Siol] Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskular Pada [Siol] Ultisol*. IPB Press. Bogor. 111 hlm.
- Schachtman, D. P., R. J. Reid, and S. M. Ayling. 1998. *Phosphorus Uptake by Plants from Soil to Cell*. *Plant Physiology*. 116 (2): 447-453.
- Sudaryono, Taufik, A., dan Wijanarko, Andy. 2007. Peluang Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. Hlm 130 Dalam *Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangan*, disunting oleh Sumarno, Suyanto, Adi Widjono, Hermanto, dan Husni Kasim. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 521 hlm.
- Sumarno, Suyanto, A. Widjono, Hermanto, dan H. Kasim. 2007. *Kedelai : Teknik Produksi dan Pengembangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 512 hlm.
- Yang, Y., J. Li, H. Shi, Y. Ke, J. Yuan, and Z. Tang. 2008. Allevation on low P stressed maize seedling under hydroponic culture conditions. *World Journal Of Agri Sci*. 4 (2): 168-172.
- Yukamgo, Edo dan Yuwono, N. Widya. 2007. Peran Silikon Sebagai Unsur Bermanfaat pada Tanaman Tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Universitas Gajah Mada. 7 (2): 103-116.
- Zuchri, A. 2009. Pemupukan SP-36 Pada Lahan Regosol Bereaksi Masam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kacang Tanah. *Jurnal Agrovigor*. Madura. 2 (1): 31-34.