

Pengaruh Residu Pembenh Tanah terhadap Serapan Hara dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill)

*Effect of Soil Amendment Residues on Nutrient Uptake and Yield of Soybean (*Glycine max* L. Merrill)*

Desy Bardiana¹, Ainun Marliah¹, Sabaruddin^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: zaksabar@yahoo.com

Abstrak. Pembenh tanah adalah bahan organik yang dapat digunakan sebagai bahan alami untuk mempercepat pemulihan atau perbaikan kualitas tanah dan permasalahan yang ada pada tanah. Penelitian ini di laksanakan 21 September sampai 14 Desember 2018 di kebun percobaan dan Laboratorium Tanaman dengan menggunakan Varietas Dena 1. Rancangan digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok non faktorial. Faktor yang dicobakan adalah residu pembenh tanah. Parameter yang diamati adalah berat berangkasan basah perrumpun, berat berangkasan kering perrumpun, serapan hara, berat biji kedelai perplot, berat 100 biji, jumlah dari polong berisi perrumpun, jumlah polong hampa perrumpun, berat biji normal perrumpun, berat biji kisut perrumpun, jumlah biji normal perrumpun, jumlah biji kisut perrumpun persentase biji normal perrumpun dan potensi. Hasil dari penelitian residu pembenh tanah sangat berpengaruh pada berat biji normal perrumpun, berat biji kisut perrumpun, jumlah biji normal perrumpun, jumlah biji kisut perrumpun, jumlah polong berisi perrumpun dan berpengaruh tidak nyata terhadap berangkasan basah perrumpun, berat berangkasan kering perrumpun, serapan hara, jumlah polong hampa perrumpun, berat kedelai perplot, berat 100 biji dan potensi hasil kedelai. Hasil yang terbaik terdapat pada residu pembenh tanah kotoran sapi 20 ton ha⁻¹ + N dan K.

Kata Kunci : pembenh tanah, serapan hara, kedelai

Abstract. Soil amandment are organic materials that can be used as natural ingredients to accelerate soil recovery or improvement in soil quality and soil problems. So as to increase plant growth. This research was on 21 September of 14 December 2018 in the experimental field soil and plant Laboratory by using variety Dena 1. This research uses a non factorial randomized block. The factor that was tried was the soil remover residue. The parameters observed were weight perclump, dry weight perclump, nutrient uptake, soybean seed weight perplot, weight 100 seeds, number offilled pods perclump, number of empty pods perclump, normal seed weight perclump, seed weight wrinkles perclump, number of normal seeds perclump, number of abnormal seeds perclump percentage of normal seeds perclump and potential yield. The results of residue research soil amendment showed that the treatment of soil amendment very significant effect on the weight of normal seeds perclump, the weight of abnormal seeds perclump, number of normal seeds perclump, number of abnormal seeds perclump and number offilled pods perclump but no significant effect on fresh weight plant perclump, dry weigh the plant perclump, nutrient uptake, number of empty pods perclump, soybean weight perplot, weight of 100 seeds and soybean yield. Results the best are found in the residues of soil amendment cow manure 20 tons ha⁻¹ + N and K.

Keywords : soil amendment, nutrient uptake and soybean

PENDAHULUAN

Pembenh tanah adalah bahan organik yang mampu mempercepat pemulihan serta peningkatan kualitas tanah. Pembenh tanah juga berguna untuk sumber nutrisi, bahan organik bisa berfungsi sebagai penambah tanah. Oleh karena itu, penggunaan pembenh tanah adalah suatu cara agar dapat mempercepat pemulihan atau peningkatan kualitas tanah (Suriadikarta *et*

al., 2005). Masalah kualitas tanah umumnya digolongkan rendah, ditandai dengan masalah zat organik dan miskin nutrisi, keasaman tanah dan sifat fisik tanah yang tidak mampu untuk pertumbuhan tanaman.

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) adalah bahan pangan dari family leguminosae yang dibutuhkan dalam pelengkap gizi makanan. Kandungan gizi yang dimiliki kedelai sangat tinggi yang berfungsi sebagai pembentuk sel tubuh dan melindungi kondisi sel-sel tubuh tersebut. Jumlah protein yang dimiliki kedelai yaitu 75-80% dan lemak sekitar 16-20% serta asam kasein yaitu asam amino dan karbohidrat (Suhardi, 2002).

Badan Pusat Statistik (2015) menyatakan bahwa produksi kedelai pada tahun 2014 adalah 955.000 ton biji atau meningkat 175.000 ton (22,44%) dibandingkan tahun 2013. Hasil kedelai pada tahun 2015 mencapai 998.000 ton atau meningkat sebesar 43,87 ribu ton (4,59%) di bandingkan dengan 2014. Meningkatnya hasil kedelai di karenakan peningkatan area lahan 24,67 ribu hektar (4,01%).

Tanaman kedelai membutuhkan sejumlah N dalam pertumbuhan dan perkembangannya, khususnya yang diperlukan untuk persiapan protein dalam kedelai. Solusi paling umum untuk masalah nitrogen adalah dengan pemupukan urea, tetapi juga dapat menggunakan N bebas dengan fiksasi N di udara, dengan menggunakan inokulan bakteri *Rhizobium* (Gunarto *et al.*, 1992).

Lahan yang digunakan pada penelitian ini merupakan lahan campus Experimental Site The ACIAR Project. Jenis tanah pada kebun percobaan adalah entisol berdasarkan sistim klasifikasi USDA (Soil Survey Staff, 2014). Entisol adalah tanah sangat tidak menguntungkan pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan usaha-usaha untuk meningkatkan produktivitas nya (Pradopo, 2000). Tanah ini memiliki tingkat agregasi rendah, bertekstur kasar dan kandungan hara yang tersedia rendah, penggunaan pembenah tanah diharapkan mampu untuk mengatasi permasalahan pada tanah dan memperbaiki sifat tanah. Sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan pada tanaman (Tan, 1986). Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh residu pembenah tanah yang diberikan pada musim tanam kedua yaitu jagung terhadap serapan hara dan hasil produksi kedelai. Residu pembenah tanah perlu dianalisis untuk mengetahui apakah pembenah tanah yang diberikan pada musim tanam kedua masih tersedia pada saat penanaman kedelai pada musim tanam ketiga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh. Analisis serapan hara dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Desember 2018.

MATERI DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, garu, gembor, timbangan, meteran dan kantong plastik. Bahan yang digunakan adalah pupuk NPK phonska, Rhizobium sp. (Agrisoy) dan benih kedelai Varietas Dena 1.

Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok non faktorial dengan 3 ulangan. Faktor yang diteliti residu pembenah tanah (R) pada 15 taraf yaitu R1 (Kontrol, NPK 0%), R2 (Kontrol, N dan K), R3 (Kontrol, NPK 50% rekomendasi), R4 (Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ +NPK 0%), R5 (Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ + N dan K), R6 (Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ +NPK 50% rekomendasi), R10 (Biochar Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ +NPK 0%), R11 (Biochar Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ + N dan K), R12 (Biochar Sekam Padi 10 ton ha⁻¹ + NPK 50% rekomendasi), R16 (Kotoran Sapi 10 ton ha⁻¹ + NPK %), R17 (Kotoran Sapi 10 ton ha⁻¹ + N dan K), R18 (Kotoran Sapi 10 ton ha⁻¹ + NPK 50% rekomendasi), R19 (Kotoran Sapi 20 ton ha⁻¹ + NPK 0%), R20 (Kotoran Sapi 20 ton ha⁻¹ + N dan K) dan R21 (Kotoran Sapi 10 ton ha⁻¹ + NPK 50% rekomendasi) . Parameter yang diamati adalah berat berangkasan basah perumpun, berat berangkasan kering perumpun, serapan hara, biji kedelai perplot, berat 100 biji, jumlah dari polong berisi perumpun, jumlah polong hampa perumpun, berat biji normal perumpun, berat biji kisut perumpun, jumlah biji normal perumpun, jumlah biji kisut perumpun persentase biji normal perumpun dan potensi hasil kedelai. Uji lanjut yang dipakai adalah analisis ragam uji DNMRT (*Duncan New Multiple Range Test*) jika terdapat nilai signifikansi antara perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Berangkasan Tanaman

Hasil dari penelitian menyatakan residu pembenah tidak berpengaruh pada berat berangkasan basah dan kering perumpun.

Tabel 1. Rata-rata berat berangkasan basah dan berangkasan kering per rumpun tanaman kedelai

Pembenah Tanah	Berat Berangkasan Basah per Rumpun (g)	Berat Berangkasan Kering per Rumpun (g)
R1	68,11	18,68
R2	58,18	18,33
R3	48,82	11,93
R4	50,66	17,33
R5	71,91	19,72
R6	39,58	9,86
R10	54,42	17,46
R11	69,73	18,36

R12	45,20	11,87
R16	66,25	18,99
R17	70,79	17,13
R18	54,30	16,49
R19	34,80	9,44
R20	65,23	16,94
R21	60,51	16,83

Tabel 1 menyatakan berat berangkasan basah dan kering perumpun tanaman pada 45 HST akibat residu pembenah tanah cenderung lebih berat dijumpai pada residu sekam padi 10 ton ha⁻¹ + N dan K dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu masing-masing mencapai 71,91 dan 19,72 gram. Hal ini dikarenakan sekam padi dapat menyediakan unsur hara seperti K, Mg, Ca, dan P ke dalam tanah dan mampu mengikat air sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan akar. Peningkatan pertumbuhan akar menyebabkan penyerapan air serta unsur hara dalam tanah semakin optimal, sehingga dapat mempengaruhi berat basah dari suatu tanaman (Susilo, 1991). Selain itu berat berangkasan tanaman juga sangat ditentukan dari proses penyerapan hara oleh tanaman dan faktor lingkungan seperti penyinaran matahari dan air (Lakitan, 2004).

Serapan Hara

Hasil dari penelitian menyatakan bahwasanya residu pembenah tanah tidak berbeda nyata pada serapan N, P, dan K tanaman.

Tabel 2. Rata-rata Serapan N, P dan K kedelai akibat residu pembenah tanah

Pembenah Tanah	Serapan N (%)	Serapan P (%)	Serapan K (%)
R1	0,36	0,09	0,20
R2	0,44	0,09	0,20
R3	0,25	0,05	0,12
R4	0,35	0,09	0,19
R5	0,41	0,10	0,22
R6	0,22	0,05	0,10
R10	0,40	0,08	0,19
R11	0,39	0,09	0,20
R12	0,22	0,06	0,13
R16	0,34	0,08	0,20
R17	0,28	0,09	0,20
R18	0,29	0,08	0,18
R19	0,17	0,04	0,10
R20	0,32	0,08	0,19
R21	0,30	0,08	0,19

Tabel 2 menunjukkan bahwa serapan N tanaman kedelai pada perlakuan kontrol dengan penambahan pupuk N dan pupuk K cenderung tinggi. Serapan hara N melalui perlakuan tersebut mencapai 0,44%. Hal ini kemungkinan disebabkan karena tidak adanya persaingan penggunaan N oleh mikroorganisme tanah untuk merombak atau mendekomposisi pembenah tanah seperti biochar, sekam padi maupun pupuk kandang. Sehingga N lebih banyak diserap oleh tanaman (Indranada, 1994). Serapan P dan K akibat residu pembenah tanah sekam padi 10 ton ha⁻¹ + N dan K cenderung lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya, serapan P dan K melalui perlakuan tersebut masing-masing mencapai 0,10% dan 0,22%. Hal ini dikarenakan sekam padi merupakan salah satu jenis amelioran yang mudah diperoleh dari sisa hasil panen. Penelitian Yulfianti (2011) menyatakan bahwa sekam padi mampu dalam meningkatkan pH tanah, unsur hara P, K, Si, dan karbon yang tersedia didalam tanah.

Berat Biji Normal dan Biji Kisut per Rumpun

Hasil penelitian menunjukkan bahwa residu pembenah tanah sangat berpengaruh pada berat biji normal dan biji kisut per rumpun tanaman. Berat biji normal dan biji kisut per rumpun tanaman.

Tabel 3. Rata-rata berat biji normal dan biji kisut per rumpun kedelai akibat residu pembenah tanah

Pembenah Tanah	Berat Biji Normal (g)	Berat Biji Kisut (g)
R1	4,30 ab	2,42 abc
R2	3,89 ab	2,82 c
R3	7,27 ab	2,62 abc
R4	4,79 ab	2,50 abc
R5	4,36 ab	2,77 c
R6	4,61 ab	1,49 abc
R10	4,67 ab	2,67 bc
R11	3,43 ab	2,02 abc
R12	1,74 a	1,34 abc
R16	3,42 ab	2,28 abc
R17	3,39 ab	1,58 abc
R18	2,16 ab	1,02 ab
R18	1,26 a	0,97 a
R20	8,58 b	2,31 abc
R21	4,29 ab	2,13 abc

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMR 5%

Tabel 3 menunjuk kan berat biji normal per rumpun tanaman akibat residu pembenah tanah terberat dijumpai pada residu kotoran sapi 20 ton ha⁻¹ + N dan K dibandingkan perlakuan lain nya, yaitu mencapai 8,58 gram. Hal ini karena dalam kotoran sapi banyak mengandung air yang berfungsi sebagai alat gerak akar guna menyerap unsur hara serta air dalam tanah serta menyalurkan ke semua organ tanaman (Sudarto *et al.*, 2003). Penambahan kotoran sapi mampu meningkatkan hara dalam tanah dan serapan hara tanaman dapat tersedia, serta meningkatkan hasil kedelai dengan nyata sebesar 8-11% (Taufiq *et al.*, 2006). Berat biji kisut per rumpun tanaman terberat dijumpai pada perlakuan kontrol N dan K dibandingkan perlakuan lainnya yaitu mencapai 2,82 gram. Hal ini dikarenakan tanpa adanya pemberian pembenah tanah sehingga hara tanah tidak cukup tersedia bagi tanaman (Winarso, 2005).

Jumlah Biji Normal dan Biji Kisut per Rumpun

Hasil dari penelitian menunjukkan residu pembenah tanah berbeda sangat nyata pada jumlah biji normal dan biji kisut per rumpun tanaman.

Tabel 4. Rata-rata jumlah biji normal dan biji kisut per rumpun kedelai akibat residu pembenah tanah

Pembenah Tanah	Jumlah biji normal	Jumlah biji kisut	Persentase biji normal
R1	26,75 ab	25,50 b	51,20 %
R2	22,90 ab	24,60 ab	48,21%
R3	44,40 ab	23,05 ab	65,82%
R4	27,00 ab	25,30 b	51,62%
R5	26,65 ab	23,40 ab	53,24%
R6	29,10 ab	15,75 ab	64,88%
R10	27,30 ab	25,00 ab	52,20%
R11	19,95 ab	17,55 ab	53,2%
R12	10,90 a	13,15 ab	45,32%
R16	20,35 ab	21,95 ab	48,10%
R17	22,10 ab	15,00 ab	59,56%
R18	13,95 a	12,35 ab	53,04%
R19	9,65 a	9,95 a	49,23%
R20	53,25 b	22,80 ab	70,01%
R21	25,40 ab	20,90 ab	54,85%

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMR 5%

Tabel 4 terdapat bahwa jumlah biji normal per rumpun tanaman akibat residu pembenah tanah terbanyak dijumpai pada residu kotoran sapi 20 ton ha⁻¹ + N dan K dari pada perlakuan lain nya, yaitu mencapai 53,25 gr atau 54,85%. Sugito *et al.* (1995) 1 ton kotoran sapi memiliki npk sehingga nutrisi tercukupi bagi tanaman bisa meningkatkan pertumbuhan serta produksi.

Jumlah biji kisut per rumpun tanaman terbanyak dijumpai pada perlakuan kontrol 0%, NPK atau tanpa NPK dibandingkan perlakuan lainnya yaitu mencapai 25,50 gram. Hal ini diduga karena tidak adanya pemberian pembenah tanah dan pupuk NPK. Brown (2009) menyatakan bahwa penambahan pembenah tanah ke dalam tanah menaikkan ketersediaan N, P dan KTK pada tanah sehingga mampu meningkatkan hasil.

Jumlah Polong Berisi dan Hampa perumpun

Hasil dari penelitian menyatakan residu pembenah tanah sangat berpengaruh pada jumlah polongnya dan tidak berpengaruh pada jumlah polong hampa nya.

Tabel 5. Rata-rata jumlah polong berisi dan polong hampa per rumpun tanaman kedelai akibat residu pembenah tanah

Pembenah Tanah	polong isi	polong hampa
R1	35,55 ab	25,00
R2	23,55 ab	28,20
R3	31,55 ab	18,35
R4	39,75 b	38,00
R5	25,35 ab	24,10
R6	30,50 ab	18,95
R10	28,50 ab	24,25
R11	17,20 ab	33,85
R12	13,80 ab	27,00
R16	31,50 ab	23,05
R17	23,05 ab	21,65
R18	17,60 ab	23,85
R19	12,20 a	17,90
R20	39,90 b	23,00
R21	25,75 ab	23,90

Keterangan: - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan uji DNMR 5%

Tabel 5 menyatakan bahwa pada jumlah polong berisi per rumpun akibat residu pembenah tanah terbanyak dijumpai pada residu kotoran sapi 20 t ha⁻¹ + N dan K dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu mencapai 39,90 gram. Hal ini dikarenakan unsur hara NPK yang terdapat dalam kotoran sapi cukup tinggi yang diperlukan selama proses pengisian biji terjadi (Sutedjo, 1999). Pada jumlah polong hampa per rumpun tanaman akibat residu pembenah tanah cenderung lebih banyak dijumpai pada residu sekam padi 10 t ha⁻¹ + NPK 0% atau tanpa NPK yaitu mencapai 28,20 gram. Tingginya jumlah polong hampa pada residu perlakuan kemungkinan disebabkan oleh tidak tercukupinya unsur hara bagi tanaman diakibatkan tanpa adanya pemberian pupuk NPK, sehingga pembentukan polong pada tanaman tidak sempurna.

Berat Kedelai per Plot, Potensi Hasil dan Berat 100 Biji

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa residu pembenah tanah tidak berbeda nyata pada berat kedelai perplot, berat 100 dan potensi.

Tabel 6. Rata-rata berat kedelai per plot, berat 100 biji dan potensi hasil kedelai akibat residu pembenah tanah

Pembenah Tanah	Berat per plot (g)	Berat 100 biji (g)	Potensi Hasil (ton ha ⁻¹)
R1	131,69	20,50	0,33
R2	133,86	19,78	0,33
R3	181,46	19,27	0,45
R4	156,76	20,39	0,39
R5	137,50	19,54	0,34
R6	176,55	19,23	0,44
R10	195,85	19,48	0,49
R11	126,63	20,65	0,32
R12	148,53	20,36	0,37
R16	134,80	20,56	0,34
R17	124,22	19,06	0,31
R18	106,04	18,24	0,27
R19	108,81	19,37	0,27
R20	239,98	19,93	0,60
R21	235,07	21,18	0,59

Tabel 6 menunjukkan bahwa berat kedelai per plot dan potensi hasil tanaman akibat residu pembenah tanah lebih tinggi terdapat pada residu kotoran sapi 20 tonha⁻¹ + N dan K dibandingkan pada perlakuan lain, berat kedelai per plot dan potensi hasil melalui perlakuan tersebut masing-masing mencapai 239,98 gram dan 0,60 ton ha⁻¹. Sedangkan pada 100 biji cenderung tinggi terdapat pada residu pembenah tanah kotoran sapi 20 ton ha⁻¹ + NPK 50% rekomendasi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu mencapai 21,18 gram. Sarief (1986) menjelaskan bahwa kotoran sapi mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan ketersediaan serapan hara tanaman sehingga tanaman tercukupi haranya, dan memperbaiki struktur tanah. Struktur tanah yang baik dapat menunjang laju pertumbuhan pada tanaman secara optimal serta mampu meningkatkan produksi hasil pada tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari penelitian mengatakan bahwa residu pembenah tanah berbeda sangat nyata pada berat biji normal perumpun, berat biji kisut per rumpun, jumlah biji normal perumpun, jumlah biji kisut perumpun, jumlah polong berisi perumpun dan tidak berbeda nyata pada

berat berangkasan perumpun, berat berangkasan kering perumpun, serapan N, P dan K, jumlah dari polong hampa perumpun, berat kedelai per plot, berat 100 biji dan potensi hasil. Residu terbaik dari pembenah tanah dijumpai pada jenis kotoran sapi 20 ton ha⁻¹ + N dan K. Saran kepada penelitian selanjutnya di lahan yang sama untuk melihat apakah masih tersedia residu dari pembenah tanah yang telah digunakan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2015. *Data Produksi Tanaman Jagung, Padi dan Kedelai*. Sumatera Utara, Medan.
- Brown, R. 2009. *Biochar Production Technology*. In: *Biochar for Environmental Management: Science and Technology* (Eds). J. Lehmann & S. Joseph. 2009. *Biochar for Environmental Management*. First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. 416 p.
- Gunarto, L., Z. Nunung, dan E Yuniarti. 1992. *Efektivitas Simbiotik dan Distribusi Pembintilan Kombinasi Beberapa Mutan Kedelai*. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Batan.
- Indranada, H. K. 1994. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Lakitan, B. 2004. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Pradopo, R. 2000. *Pengelolaan Tanah untuk Budidaya Tanaman Lombok pada Sistem Pertanian Organik*. Laporan Kerja Lapangan. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Sarief, E. S. 1986. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana, Bandung.
- Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. USA.
- Suhardi, 2002. *Hutan dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional*. Kanisius, Yogyakarta.
- Suriadikarta, D.A., T. Prihatini, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2005. *Teknologi pengelolaan bahan organik tanah*. Hlm. 169-222 Dalam *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering*. Pusat Penelitian Tanah dan Agrklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Sudarto, M. Z, Awaludin H dan Ari S, 2003. Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis (*Zea mays*). *Pastura* (1): 2.
- Sugito, Y., Y. Nuraini, dan E. Nihayati. 1995. *Sistem Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Susilo, H. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Universitas Indonesia. Press Salemba, Jakarta.
- Sutedjo. 1999. *Pupuk Dan cara Pemupukan*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Tan, K.im H. 1986. *Degradation of Soil Minerals by Organic Acid*. SSSA Publ. 17: 1-25.
- Taufiq, A., H. Kuntastuti, C. Prahoro, dan T. Wardani. 2006. *Pemberian kapur dan pupuk kandang pada kedelai di lahan kering masam. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah*. Gava Media, Jogjakarta.
- Yulfianti CE. 2011. Efek sisa pemanfaatan abu sekam sebagai sumber silika (Si) untuk memperbaiki kesuburan tanah sawah [skripsi]. Padang :Universitas Andalas.

