

PENGGUNAAN KAPUR DAN VARIETAS ADAPTIF UNTUK MENINGKATKAN HASIL KEDELAI DI LAHANSULFAT MASAM AKTUAL **[Application of Lime and Adaptable Variety to Increase Soybean (*Glycine max* Merrill) Productivity on Actual Acid Sulphate Soil]**

Koesrini[✉], Khairil Anwar dan Eva Berlian
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
Jalan Kebun Karet, PO BOX 31, Loktabat Utara-Banjarbaru
Telp/Faks. (0511) 4772534-477303
email: koesrini_rhido@yahoo.com

ABSTRACT

High aluminum (Al) toxicity and soil acidity are the most important problems that cause low soybean productivity on actual acid sulphate soil. Soil quality improvement by using ameliorant and introducing adaptable variety are some options to increase soybean productivity in the soils. Field experiment was conducted to evaluate effect of using ameliorant and variety of soybean to increase its productivity on actual acid sulphate soil of Simpang Jaya, Wanaraya, Barito Kuala District of South Kalimantan, during dry season of 2009. The research was arranged in a split-plot design with three replicates. The main plots were three soybean varieties, i.e. Lawit, Anjasmoro, and Argomulyo, while sub plots were five levels of lime i.e. K100, K80, K60, K40, K20. Result showed that liming improved soil quality and soybean yield. It significantly increased soil pH and reduced soil Al saturation. The liming also increased plant growth and yield variables (plant height, dry matter, root weight and yield) at three tested varieties. Anjasmoro was more adaptive than the others variety on actual acid sulphate soil.

Key Words: adaptable variety, lime, soybean, actual acid sulphate soil

ABSTRAK

Keracunan aluminium (Al) dan kemasaman tanah merupakan faktor penyebab rendahnya hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual. Perbaikan kualitas lahan melalui penggunaan amelioran dan penanaman varietas adaptif merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran pemberian kapur dan penanaman varietas adaptif untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan sulfat masam aktual di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan pada musim kemarau 2009. Rancangan petak terpisah dengan tiga ulangan digunakan untuk menata perlakuan. Sebagai petak utama adalah tiga varietas kedelai (Lawit, Anjasmoro, dan Argomulyo), sedangkan anak petak adalah perlakuan kapur ada lima taraf (K100, K80, K60, K40, K20). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengapuran dapat memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual. Pengapuran secara nyata meningkatkan pH tanah dan menurunkan kejenuhan Al. Pengapuran juga meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, berat brangkasan tanaman dan akar) serta hasil kedelai. Varietas Anjasmoro lebih adaptif dibandingkan kedua varietas lainnya di lahan sulfat masam aktual.

Kata Kunci: varietas adaptif, kapur, kedelai, lahan sulfat masam aktual

PENDAHULUAN

Lahan pasang surut merupakan lahan sub-optimal yang memiliki potensi untuk pengembangan kedelai. Sekitar 9,5 juta ha lahan pasang surut di Indonesia berpotensi dikembangkan sebagai lahan pertanian dan 4,2 juta ha diantaranya sudah direklamasi (Widjaja-Adhi *et al.*, 1992). Masalah utama di lahan pasang surut adalah kemasaman tanah, kahat hara terutama unsur Ca dan tingginya kandungan Al^{3+} , Fe^{3+} dan SO_4^{2-} . Kemasaman tanah di lahan pasang surut pada umumnya tinggi dan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan $pH < 4$ (Saragih *et al.*, 2001). Ryan and Delhaize (2010) melaporkan bahwa pada $pH < 5,5$, keracunan Al merupakan faktor pembatas utama pertumbuhan tanaman.

Kedelai tergolong tanaman kacang-kacangan yang kurang toleran terhadap cekaman kemasaman

tanah tinggi ($pH < 4,5$) dan kejenuhan aluminium (Al) $> 20\%$ (Dierolf *et al.*, 2001). Pada kondisi tersebut, kedelai tumbuh kerdil, akar tidak berkembang sempurna dan tanaman mengalami klorosis. Tingginya kandungan Al tanah terutama berpengaruh terhadap pembelahan dan pemanjangan sel meristematik di akar, sehingga menghambat pertumbuhan akar. Akar tumbuh lemah dan berwarna kegelapan, sehingga mengurangi penyerapan air dan hara terutama Ca, Mg dan P (Scott and Fisher, 1989; Merifio *et al.*, 2010). Hasil penelitian Uguru *et al.* (2012) menunjukkan bahwa tingkat kemasaman tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Pertumbuhan akar kedelai sangat terhambat pada pH 3,5, yaitu panjang akarnya hanya 5,1 cm, tinggi tanaman hanya 1 cm dan biji tidak dapat terbentuk. Peningkatan pH tanah menjadi 4, meningkatkan panjang akar kedelai menjadi 16,1 cm,

tinggi tanaman 19,8 cm dan biji tetap tidak terbentuk. Biji kedelai baru terbentuk pada pH 4,5 dengan hasil 0,96 g/tanaman.

Perbaikan lingkungan tumbuh perlu dilakukan untuk menetralkan pengaruh buruk kemasaman tanah dan keracunan Al di lahan pasang surut. Ameliorasi merupakan salah satu cara yang cukup efektif untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah, terutama pada lahan-lahan yang baru dibuka. Kedelai dapat tumbuh optimum pada pH antara 6-7 (pH netral) (Djaenuddin *et al.*, 1994), tetapi pada pH > 4,5, pertumbuhan kedelai di lahan pasang surut sudah cukup baik (Koesrini *et al.*, 2011). Kapur merupakan sumber bahan amelioran yang banyak digunakan untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah. Kapur merupakan sumber hara Ca yang berperan penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman, meningkatkan pH tanah, menurunkan kandungan Al dan Mn tanah (Scott dan Fisher, 1989; Mora *et al.*, 2002). Pemberian kapur lebih efektif jika kejenuhan $Al+H > 10\%$ dan $pH < 5$ (Wade *et al.*, 1986).

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian kapur dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan hasil tanaman kedelai di lahan bergambut. Aplikasi kapur 2 t/ha meningkatkan pH tanah dari 4,46 menjadi 5,00, menurunkan kandungan Al_{dd} dari 3,05 me/100 g menjadi 0,75 me/100 dan meningkatkan hasil kedelai dari 1,80 t/ha menjadi 2,10 t/ha (Koesrini dan William, 2009). Hasil yang sama dilaporkan oleh Uguru *et al.* (2012) bahwa penambahan kapur 1,15 t/ha meningkatkan pH tanah dari 5,5 menjadi 6,0 dan meningkatkan hasil kedelai dari 1,32 t/ha menjadi 1,5 t/ha. Penampilan agronomik dan hasil kedelai sangat dipengaruhi oleh tingkat kemasaman tanah. Peningkatan pH tanah melalui pengapuran, meningkatkan hasil kedelai.

Selain aplikasi kapur, penanaman varietas adaptif juga dapat meningkatkan hasil kedelai di lahan pasang surut. Sabran *et al.* (1996) mengidentifikasi dua varietas, yaitu Lawit dan Menyapa memiliki adaptasi dan daya hasil yang baik di lahan pasang surut. Kelemahan dari kedua varietas tersebut adalah biji kecil (9-10 g/100 biji). Varietas Lawit selain toleran terhadap keracunan Al (Koesrini *et al.*, 2011) juga toleran terhadap keracunan besi (Kuswantoro, 2014). Tiga parameter yang cukup

efektif untuk menilai toleransi varietas kedelai terhadap kemasaman tanah adalah panjang akar, berat akar dan jumlah bintil akar (Uguru *et al.*, 2012). Varietas Anjasmoro dan Argomulyo merupakan dua varietas kedelai yang memiliki ukuran biji lebih besar dari varietas Lawit dan Menyapa (13-14 g/100 biji), sehingga berpeluang dikembangkan di lahan pasang surut. Petani kedelai lebih menyukai kedelai dengan ukuran biji besar (>13 g/100 biji) dibandingkan ukuran biji kecil (< 10 g/100 biji).

Berdasarkan hipotesis bahwa produktivitas kedelai di lahan pasang surut dapat ditingkatkan dengan pemberian bahan amelioran, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peran kapur dan penanaman varietas adaptif untuk meningkatkan produktivitas kedelai di lahan pasang surut.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pasang surut di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan pada musim kemarau 2009. Tipologi lahan tergolong lahan sulfat masam aktual dengan tipe luapan air C, yaitu lahan tidak terluapi air pasang baik pasang besar maupun pasang kecil. Lokasi penelitian merupakan lahan yang tidak digarap secara intensif, sehingga tingkat kesuburan tanah sangat rendah seperti terlihat pada hasil analisa tanah awal (Tabel 1).

Perlakuan disusun berdasarkan Rancangan Petak Terpisah dengan tiga ulangan. Petak utama adalah varietas kedelai (V1= Lawit, V2= Anjasmoro, V3=Argomulyo), sedangkan anak petak adalah lima taraf perlakuan kapur (K100=diberi kapur dengan takaran 100 % dari kejenuhan Al awal (kontrol, tanpa kapur), K80= diberi kapur dengan takaran 80 % dari kejenuhan Al awal, K60= diberi kapur dengan takaran 60 % dari kejenuhan Al awal, K40=diberi kapur dengan takaran 40 % dari kejenuhan Al awal, K20= diberi kapur dengan takaran 20 % dari kejenuhan Al awal. Kejenuhan Al awal adalah 70,60 %. Kapur yang digunakan berasal dari dolomit ($CaMg(CO_3)_2$).

Penyiapan lahan dilakukan secara manual dengan cangkul sampai siap tanam. Perlakuan kapur dilakukan pada 2 minggu sebelum tanam (MST) sesuai dengan layout yang ditentukan. Setiap varietas

Tabel 1. Hasil analisis tanah awal di lahan sulfat masam aktual di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan, musim kemarau 2009 (*Result of soil analysis on actual acid sulphate soil, Simpang Jaya, Wanaraya, Barito Kuala District, South Kalimantan, dry season of 2009*)

Parameter (<i>Parameters</i>)	Metode (<i>Method</i>)	Analisa Tanah Awal (<i>Initial Soil Analysis</i>)
Sifat Kimia Tanah (<i>Soil Chemical Properties</i>)		
pH H ₂ O	Electroda Glass	3,80 (SM)
C _{organik} (%)	Walkey and Black	6,80 (ST)
P _{total} (mg 100 g-1 P ₂ O ₅)	HCl 25 %, Spektrofotometer	177,75 (ST)
P _{Bray 1} (mg kg-1 P ₂ O ₅)	Bray-1 Spectrofotometer	60,52 (ST)
K _{total} (mg 100 g-1 K ₂ O)	HCl 25% AAS	29,84 (S)
K _{dd} (Cmol(+))kg-1)	NH ₄ OAc 1N pH 7, AAS	0,47 (S)
Na _{dd} (Cmol(+))kg-1)	NH ₄ OAc 1N pH 7, AAS	0,22 (R)
Ca _{dd} (Cmol(+))kg-1)	NH ₄ OAc 1N pH 7, AAS	Tu (SR)
Mg _{dd} (Cmol(+))kg-1)	NH ₄ OAc 1N pH 7, AAS	0,31 (SR)
Al _{dd} (Cmol(+))kg-1)	KCl 1 N, Titrasi	12,00
H _{dd} (Cmol(+))kg-1)	KCl 1 N, Titrasi	2,35
KTK (Cmol(+))kg-1)	NH ₄ OAc 1N pH 7, Destilasi	17,00 (S)
Kejenuhan Al (%)	-	70,60 (ST)

Keterangan (*notes*): SM=sangat Masam (*Very Acid*), ST=Sangat Tinggi (*Very High*), S=Semang (*Moderate*), R=Rendah (*Low*), SR=Sangat Very Low)

ditanam pada petak berukuran 4 m x 5 m dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm. Pupuk diberikan dengan takaran 45 kg N + 75 kg P₂O₅ dan 50 kg K₂O per hektar. Pemeliharaan meliputi pengendalian gulma dan pembumunan pada 2 dan 4 MST, pengendalian hama/penyakit pada 3, 6, 10 MST dan pengairan sesuai kebutuhan tanaman.

Panen dilakukan pada saat 90% kulit polong telah berwarna kecoklatan sampai coklat, kemudian brangkasan tanaman dijemur dan dibijikan. Pengamatan dilakukan terhadap sifat kimia tanah awal (pH, C_{organik}, P_{total}, P_{tersedia}, K_{total}, K_{dd}, Na_{dd}, Ca_{dd}, Mg_{dd}, Al_{dd}, H_{dd}, KTK), sifat kimia tanah saat panen (pH, Al_{dd}, KTK, kejenuhan Al), pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman pada 4 MST, 6 MST, saat panen), berat brangkasan, berat akar tanaman saat panen dan hasil biji kering. Data dianalisis dengan program IRRISTAT dan dilanjutkan dengan uji DMRT.

HASIL

Karakteristik Tanah

Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa tanah di lokasi pengujian tergolong tanah sulfat masam aktual. Tingkat kemasaman tanah tergolong sangat masam (pH 3,80) dengan tingkat kejenuhan

Al sangat tinggi (70,60 %) dan kandungan Ca_{dd} sangat rendah (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisa tanah awal menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah di lokasi pengujian tergolong rendah. Aplikasi kapur memperbaiki sifat kimia tanah terutama pH, Al_{dd}, KTK dan kejenuhan Al, seperti terlihat dari hasil analisa tanah setelah panen (Tabel 2)

Perlakuan kapur dengan takaran 80% dari kejenuhan Al awal (K80) sudah meningkatkan pH tanah dari 3,70 menjadi 4,40, meskipun kriteria masih tergolong sangat masam. Peningkatan takaran kapur K60, K40 dan K20 meningkatkan pH tanah dan sekaligus merubah kriteria kemasaman tanah menjadi masam dan agak masam. Aplikasi kapur K80 selain meningkatkan pH tanah juga menurunkan kejenuhan Al dari 64,70 % menjadi 17,10 % . Peningkatan takaran kapur K60, K40 dan K20 berturut-turut menurunkan kejenuhan Al menjadi 6,90 %, 0,00 % dan 0,00 %.

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Hasil analisis ragam terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa ada beda nyata antar perlakuan kapur baik pada 4 MST, 6 MST dan saat panen, sedangkan tinggi tanaman antar varietas yang diuji hanya berbeda nyata pada 4 MST dan 6 MST. Tidak ada interaksi, antara varietas yang diuji dan antar

Tabel 2. Hasil analisis tanah saat panen di lahan sulfat masam aktual di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan, musim kemarau 2009 (*Result of soil analysis at harvesting time on actual acid sulphate soil, Simpang Jaya, Wanaraya, Barito Kuala District, South Kalimantan, dry season of 2009*)

Parameter(Parameters)	Analisa Tanah Awal (Initial Soil Analysis)	Analisa Tanah Akhir (Final Soil Analysis)				
		K100	K80	K60	K40	K20
pH H ₂ O	3,80 (SM)	3,70 (SM)	4,40 (SM)	5,00 (M)	5,20 (M)	5,60(AM)
Al _{dd} ((Cmol(+))kg ⁻¹)	12,00	11,00	3,00	1,20	0,00	0,00
KTK(Cmol(+))kg ⁻¹)	17,00 (S)	17,00 (S)	17,50 (S)	17,50 (S)	18,50(S)	18,50 (S)
Kejenuhan Al (%)	70,60 (ST)	64,70 (ST)	17,10 (R)	6,90 (SR)	0,00 (SR)	0,00 (SR)

Keterangan (notes): SM=Sangat Masam (*Very Acid*), M=Masam (*Acid*), AM=Agak Masam (*Slightly Acid*), ST=Sangat Tinggi (*Very High*), S=Sedang (*Moderate*), R=Rendah (*Low*), SR=Sangat Rendah (*Very Low*)

Tabel 3. Tinggi tanaman kedelai pada 4 MST, 6 MST dan saat panen di lahan sulfat masam aktual di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan, musim kemarau 2009 (*The plant height of soybean at 4 WAP, 6 WAP and at harvesting time on actual acid sulphate soil, Simpang Jaya, Wanaraya, Barito Kuala District, South Kalimantan, dry season of 2009*)

Perlakuan(Treatment)	Tinggi Tanaman(Plant Height) (cm)		
	4 MST (WAP)	6 MST (WAP)	Panen (Harvest)
Varietas(varieties)			
Lawit	19,20 b	29,60 b	55,80 a
Anjasmoro	24,60 a	43,50 a	56,70 a
Argomulyo	23,50 a	37,30 a	56,70 a
Kapur (Liming)			
K20	25,50 a	43,80 a	68,20 a
K40	25,10 a	42,20 a	70,30 a
K60	24,60 a	42,20 a	69,60 a
K80	23,80 a	39,40 a	51,90 a
K100 (kontrol, control)	13,20 b	16,30 b	22,00 b

Keterangan (notes): MST=Minggu Setelah Tanam (*Week After Planting*). Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5% (*Number followed by the same letter in the same column are not significantly different based on DMRT 5% test*)

perlakuan kapur pada parameter tinggi tanaman (Tabel 3).Tinggi tanaman varietas Anjasmoro dan Argomulyo lebih tinggi dari tinggi tanaman varietas Lawit pada fase vegetatif dan generatif, tetapi pada saat panen ketiga varietas yang diuji menunjukkan pertumbuhan tanaman yang relatif sama. Perlakuan kapur K80meningkatkan tinggi tanaman secara nyata dibandingkan kontrol (K100) baik pada fase vegetatif, generatif maupun saat panen, tetapi tinggi tanaman antar perlakuan kapur K20, K40, K60 dan K80 tidak berbeda nyata.

Hasil analisis ragam terhadap berat brangkasan, berat akar,dan hasil biji menunjukkan adanya

beda nyata antar perlakuan kapur, sedangkan antar varietas hanya berbeda nyata pada hasil biji. Tidak ada interaksi antara varietas yang diuji dengan perlakuan kapur pada ketiga parameter yang diuji (Tabel 4).

Perlakuan kapur K80 secara nyata meningkatkan berat brangkasan tanaman, berat akar dan hasil kedelai dibandingkan kontrol (K100), tetapi antar perlakuan kapur K20, K40, K60 dan K80 tidak berbeda nyata. Varietas Anjasmoro menghasilkan biji kering tertinggi dibandingkan varietas Lawit dan Argomulyo. Varietas Anjasmoro memiliki adaptasi yang lebih baik dibandingkan dua varietas lainnya.

Tabel 4. Berat brangkas, berat akar dan hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual di desa Simpang Jaya, kecamatan Wanaraya, kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan, musim kemarau 2009 (*The dry weight, root weight and yield of soybean on actual acid sulphate soil, Simpang Jaya, Wanaraya, Barito Kuala District, South Kalimantan, dry season of 2009*)

Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Berat Brangkas (<i>Dry Weight</i>) (g)	Berat Akar (<i>Root Weight</i>) (g)	Hasil (<i>Yield</i>)(kg/ha)
<i>Varietas (Varieties)</i>			
Lawit	3,80 a	0,80 a	1.258 b
Anjasmoro	3,20 a	0,70 a	2.102 a
Argomulyo	2,00 a	0,80 a	1.262 b
<i>Kapur (Liming)</i>			
K20	3,90 a	0,90 a	2.172 a
K40	4,10 a	1,00 a	2.031 a
K60	2,90 a	0,90 a	1.882 a
K80	3,30 a	0,80 a	1.387 a
K100 (kontrol, <i>control</i>)	0,60 b	0,20 b	232 b

Keterangan (*notes*): Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5% (*Number followed by the same letter in the same column are not significantly different based on DMRT 5% test*)

PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Berdasarkan hasil analisis tanah awal dan syarat tumbuh untuk kedelai menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah di lokasi pengujian kurang sesuai untuk pertumbuhan kedelai terutama tingkat kemasaman tanah dan kejenuhan Al. Kedelai tumbuh normal pada tingkat kemasaman tanah pH 6-7 (Djaenuddin *et al.*, 1994) dan kejenuhan Al <20% (Dierolf *et al.*, 2001). Tingginya tingkat kemasaman tanah dan tingkat kejenuhan Al (Tabel 1 dan 2) disebabkan pada tanah sulfat masam aktual umumnya banyak ditemui senyawa Pirit (FeS_2). Pirit akan bersifat stabil bila berada dalam kondisi reduktif (tergenang), bila dikeringkan/didrainase, maka pirit akan mengalami oksidasi yang mengakibatkan hancurnya kisi-kisi mineral liat dan menghasilkan ion Al^{3+} dan Fe^{2+} yang beracun bagi tanaman. Di dalam larutan tanah, ion Al^{3+} akan dihidrolisis dan membebaskan ion H^+ yang merupakan sumber utama ion H^+ dalam sebagian besar tanah masam (Soepardi, 1983; Gregan *et al.*, 1989). Budidaya kedelai di lahan sulfat masam aktual dilakukan pada kondisi kering (oksidatif), sehingga peluang keracunan Al dan kemasaman tanah cukup besar.

Perlakuan kapur yang diberikan berpengaruh terhadap perubahan sifat kimia tanah yang terlihat dari perubahan pH tanah, kandungan Al_{dd} dan kejenuhan Al (Tabel 2). Kapur merupakan salah satu

sumber amelioran yang efektif memperbaiki kualitas tanah, yaitu (1) memperbaiki sifat fisika tanah (meningkatkan granulasi untuk aerasi tanah), (2) memperbaiki sifat kimia tanah (menurunkan ion H, Fe, Al dan Mn serta meningkatkan ketersediaan unsur Ca, Mg, P, dan (3) memperbaiki sifat biologi tanah (meningkatkan aktivitas mikrobia) (Soepardi, 1983; Meriggio *et al.*, 2010). Peningkatan pH akibat pemberian kapur disebabkan adanya dekarboksilase anion asam-asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat dan asam malat yang dihasilkan dalam perombakan bahan organik, mengkonsumsi ion H^+ dan menghasilkan CO_2 (Haynes dan Mokolobate, 2001). Hasil yang sama dilaporkan oleh Taufiq *et al.* (2007) di lahan kering masam, Koesrini dan William (2009) di lahan bergambut, yaitu pemberian kapur meningkatkan pH tanah, kandungan Ca_{dd} , Mg_{dd} dan menurunkan kejenuhan Al, sehingga kualitas tanah lebih sesuai untuk pertumbuhan kedelai.

Pertumbuhan dan Hasil Tanaman

Pertumbuhan kedelai pada kondisi tanpa kapur sangat terhambat. Hal ini dapat dilihat pada perlakuan K100 (tanpa kapur, pH 3,8) tinggi tanaman kedelai hanya mencapai 13,2 cm pada 4 MST, 16,3 cm pada 6 MST dan 22,0 cm pada saat panen (Tabel 3) serta berat akar dan brangkas hanya 0,2 g dan 0,6 g (Tabel 4). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Uguru *et al.* (2012), yaitu tinggi tanaman kedelai hanya 19,8 cm pada pH tanah 4. Kemasaman

tanah yang tinggi menyebabkan tingginya kelarutan Al^{3+} yang bersifat toksik bagi tanaman. Aluminium berpengaruh terhadap proses pembelahan dan pemanjangan sel meristematik di akar, sehingga menghambat pertumbuhan akar dan mengurangi penyerapan air dan hara terutama Ca, Mg dan P yang berperan dalam proses fisiologi dan biokimia tanaman. Kochian (1995) melaporkan ada tiga mekanisme penghambatan penyerapan Ca^{2+} oleh Al^{3+} , yaitu (1) penghambatan transpor Ca^{2+} melalui symplast, (2) Diskrupsi homeostatis Ca^{2+} di sitoplasma, (3) pemindahan Ca^{2+} dari apoplasma.

Akar merupakan organ pertama yang terkena pengaruh buruk keracunan Al, sehingga pengukuran panjang akar dan berat akar merupakan kriteria terbaik untuk mengetahui toleransi tanaman kedelai terhadap cekaman lingkungan. Berdasarkan kriteria kedua parameter tersebut Kuswanto *et al.* (2010) berhasil mengidentifikasi genotipe kedelai MLGG 1087 tergolong paling toleran terhadap kemasaman tanah di lahan sulfat masam potensial di Kalimantan Selatan. Uguru *et al.*, (2012) melaporkan bahwa selain panjang akar dan berat akar, jumlah bintil akar juga dapat digunakan sebagai kriteria seleksi genotipe toleran terhadap kemasaman tanah. Berdasarkan kriteria tersebut, varietas Digil, Girikada dan Sunkani tergolong varietas toleran terhadap kemasaman tanah pada pH 5,5.

Aplikasi kapur K80 meningkatkan tinggi tanaman, berat akar dan brangkasan tanaman secara nyata dibandingkan kontrol, tetapi antar perlakuan kapur tidak berbeda nyata (Tabel 3 dan 4). Peningkatan tinggi tanaman pada fase vegetatif, generatif dan saat panen berturut-turut 80,3 %, 142 % dan 136 %, sedangkan peningkatan berat akar dan berat brangkasan adalah 300 % dan 230 %. Tingginya peningkatan parameter pertumbuhan ini menunjukkan bahwa kandungan Ca^{2+} pada kontrol sangat rendah, sehingga aplikasi kapur dengan takaran 80% dari kejenuhan Al secara nyata sudah meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kapur merupakan sumber unsur Ca^{2+} berperan sebagai regulator pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sebagai kation divalent, unsur Ca^{2+} , berperan dalam pembentukan dinding sel dan membran sel yang berperan dalam pemanjangan akar dan batang tanaman (White and Broadley, 2003), mendukung pertumbuhan tanaman.

Hasil kedelai pada kondisi tanpa kapur (K100) sangat rendah hanya 232 kg/ha. Rendahnya hasil disebabkan pertumbuhan tanaman sangat terhambat, yaitu tinggi tanaman hanya mencapai 22 cm saat panen (Tabel 3), berat akar 0,2 g/tanaman dan berat brangkasan hanya 0,8 g/tanaman (Tabel 4). Kedelai tergolong tanaman yang tidak toleran terhadap kemasaman tanah tinggi. Pada pH tanah < 5,5, keracunan Al merupakan pembatas utama bagi pertumbuhan tanaman (Ryan dan Delhaize, 2010), mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta produksi tanaman (Mora *et al.*, 2006).

Aplikasi kapur K80, K60, K40, K20 meningkatkan hasil tanaman secara nyata yaitu berturut-turut meningkat 356 %, 711 %, 775 % dan 836%. Tingginya peningkatan hasil ini menunjukkan bahwa kandungan Ca^{2+} di dalam tanah sangat rendah, sehingga penambahan kapur sangat nyata pengaruhnya terhadap hasil tanaman. Pengaruh positif kapur terhadap peningkatan hasil juga dilaporkan oleh Caires *et al.* (2006) dan Koesrini *et al.* (2011). Hasil kedelai sangat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah. Pada tanah yang kurang subur (tanah sulfat masam aktual), seperti tanah di lokasi pengujian (pH 3,8; Kejenuhan Al 70,6 %), hasil kedelai tanpa kapur hanya 232 kg/ha. Pada tanah sulfat masam potensial dengan kesuburan yang lebih baik (pH 4,5, kejenuhan Al 24,3 %), hasil kedelai mencapai 1.815 kg/ha (Koesrini *et al.*, 2011). Aplikasi kapur 80 % dari kejenuhan awal, pada tanah sulfat masam potensial hanya meningkatkan hasil kedelai 47,4 %, sedangkan pada tanah sulfat masam aktual dapat mencapai 356 %. Adanya perbedaan ini menunjukkan bahwa pada kondisi miskin Ca^{2+} , aplikasi kapur sangat memberikan respon positif bagi peningkatan hasil kedelai.

Hasil varietas Anjasmoro lebih tinggi daripada hasil varietas Lawit dan Argomulyo. Anjasmoro merupakan varietas yang memiliki adaptasi yang cukup baik di lahan pasang surut, baik pada tanah sulfat masam potensial (Koesrini *et al.*, 2011) maupun pada tanah sulfat masam aktual (penelitian ini). Keragaan hasil varietas Anjasmoro juga relatif tinggi, yaitu 2.167 kg/ha di tanah sulfat masam potensial di Kalimantan Tengah (Koesrini *et al.*, 2009), 2.982 kg/ha di tanah sulfat masam potensial di Kalimantan Selatan (Koesrini *et al.*,

2011) dan 2.102 kg/ha di tanah sulfat masam aktual di Kalimantan Selatan (penelitian ini). Keunggulan lain dari varietas Anjasmoro adalah biji ukuran besar dengan berat biji 13 g/100 biji, sehingga disenangi petani. Varietas Anjasmoro merupakan salah satu varietas kedelai yang cukup berkembang dan banyak ditanam petani baik di lahan kering, lahan tadah hujan maupun lahan rawa (pasang surut dan lebak).

KESIMPULAN

Pengapuran dapat memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam aktual. Pengapuran secara nyata meningkatkan pH tanah dan menurunkan kejenuhan Al. Pengapuran juga meningkatkan pertumbuhan (tinggi tanaman, berat brangkasan tanaman dan akar) serta hasil kedelai. Varietas Anjasmoro berproduksi lebih tinggi dibandingkan hasil varietas Lawit dan Argomulyo, hal ini mengindikasikan bahwa varietas Anjasmoro lebih adaptif dibandingkan kedua varietas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Caires EF, S Churka, FJ Garbuio, RA Ferrari and MA Morgafio. 2006. Soybean Yield and Quality as a Function of Lime and Gypsum Applications. *Scientia Agric* **63**, 370-379.
- Dierolf T, T Fairhurst and E Mutert. 2001. *A Toolkit for Acid, Upland Soil Fertility Management in Southeast Asia*, 150. Handbook Series, PPIC-Canada.
- Djaenuddin D, S Basuni, H Hardjowigeno dan Subagyo. 1994. Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Pertanian dan Tanaman Kehutanan. *Laporan Teknis No. 7, 50*. Euroconsult-PT Andal Agrikarya Prima. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Gregan PD, JR Hirth and MK Convers. 1989. Amelioration of Soil Acidity by Liming and Other Amendments. In: *Soil Acidity and Plant Growth*. AD Robson (Ed), 205-264. Academic Press. Australia.
- Haynes RJ and Mokolobate. 2001. Amelioration of Al Toxicity and P Deficiency in Acid Soils by Additions of Organic Residue: a Critical Review at the Phenomenon and the Mechanisms Involved. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **59**, 47-63.
- Kuswantoro H, A Wijanarko, D Setyawan, E William, A Dandang, and IMJ Mejana. 2010. Soybean Germplasms Evaluation for Acid Tidal Swamp Tolerance Using Selection Index. *International Journal of Plant Biology* **1(2)**. Abstract.
- Kuswantoro H.2014. Relative Growth Rate of Six Soybean Genotypes under Iron Toxicity Condition. *International Journal Biology* **6(3)**,11-17.
- Kochian LV. 1995. Cellular Mechanisms of Aluminum Toxicity and Resistance in Plants. *Annual environment Plant Physiology Plant Moleculer Biology* **46**, 237-260.
- Koesrini dan E William. 2009. Penampilan Genotipe Kedelai pada Dua Tingkat Perlakuan Kapur di Lahan Pasang Surut bergambut. *Penelitian Pertanian* **28(1)**, 29-33.
- Koesrini, Nurita dan K Anwar. 2011. Perbaikan Kualitas Lahan untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai di Lahan Rawa Sulfat Masam Potensial. *Jurnal Tanah dan Iklim, Edisi Khusus Rawa*, 55-62.
- Merifio CG, M Alberdi, AG Ivanov and M Reyes-Diaz. 2010. Al³⁺-Ca²⁺ Interaction in Plants Growing in Acid Soils: Al-Phytotoxicity Response to Calcareous Amendments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* **10(3)**, 217-243.
- Mora ML, P Cartes, R Demanet, IS Cornforth. 2002. Effect of Lime and Gypsum on Pasture Growth and Composition on Acid Andisol in Chile, South America. *Commun Soil Science Plant Analyses* **33**, 2069-2081.
- Ryan PR and E Delhaize. 2010. The Convergent Evolution of Aluminum Resistance in Plants Exploits a Convenient Currency. *Function Plant Biology* **37**, 275-284.
- Sabran M, Koesrini and E William. 1996. Genotype-Environment Interaction in Soybean Yield Trials on Acid Sulphate Soil. *Penelitian Pertanian* **15(1)**, 16-21.
- Saragih, I Ar-Riza dan N Fauziah. 2001. Pengelolaan Lahan dan Hara untuk Budidaya Palawija di Lahan Rawa Pasang Surut. Dalam: *Pengelolaan Tanah dan Air di Lahan Pasang Surut*. I Ar-Riza, T Alihamsyah dan M Sarwani (Penyunting), 65-81. Monograf Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru.
- Scott BJ and JA Fisher. 1989. Selection of Genotypes Tolerant of Aluminum and Manganese In: *Soil Acidity and Plant Growth*. AD Robson (Ed), 167-203. Academic Press Australia.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*, 591. IPB-Bogor.
- Taufik A, H Kuntastuti, C Prahoro dan T Wardani. 2007. Kapur dan Pupuk Kandang pada Kedelai di Lahan Kering Masam. *Penelitian Pertanian* **26(2)**, 78-85.
- Uguru MI, B Oyiga, and EA Jandong. 2012. Responses of Some Soybean Genotypes to Different Soil PH Regimes in Two Planting Seasons. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology* **6(1)**, 26-37.
- White P and MR Broadley. 2003. Calcium in Plants. *Annual Botani-London* **92**, 487-511.
- Widjaja-Adhi IPG, K Nugrogo, D Ardi dan AS Karama. 1992. Sumber Daya Lahan Rawa: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Dalam: *Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak*. S Partohardjono dan M Syam (Penyunting), 19-38. *Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa, Cisarua*, 3-4 Maret 1992. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor.
- Wade MK, M Al-Jabri dan M Sudjadi. 1986. The Effect of Liming on Soybean Yield and Soil Acidity Parameters of Three Red-Yellow Podsolc Soils of West Sumatra. *Penelitian Tanah dan Pupuk* **6**, 1-8.