

RESPONSITAS 12 GENOTIPE KEDELAI TERHADAP PENGAPURAN DI LAHAN RAWA PASANG SURUT SULFAT MASAM

Koesrini dan Eddy William
Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa

ABSTRAK

Salah satu kendala yang dihadapi di lahan rawa pasang surut sulfat masam adalah reaksi tanah yang sangat masam, sehingga berdampak pada hasil yang sangat rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan tersebut adalah dengan pemberian kapur. Tujuan penelitian adalah mengetahui responsitas 12 genotipe kedelai terhadap pengapuran di lahan sulfat masam. Penelitian dilaksanakan di lahan sulfat masam di Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan pada MH 2002/03. Rancangan petak terpisah dengan 4 ulangan digunakan untuk menata perlakuan. Sebagai petak utama adalah perlakuan kapur, yaitu kapur 1 t/ha dan kapur 2 t/ha. Sedangkan sebagai anak petak adalah 12 genotipe kedelai yang terdiri dari 8 galur kedelai dan 4 varietas pembanding (Lawit, Menyapa, Wilis dan Slamet). Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi respon genotipe kedelai terhadap pengapuran. Genotipe Msc 9234-D-3 dikategorikan paling respon terhadap pengapuran, dengan nilai peningkatan hasil 21,7%.

Kata kunci: responsitas, kedelai, lahan sulfat masam

PENDAHULUAN

Lahan rawa pasang surut memiliki potensi dan prospek yang besar untuk pengembangan areal produksi pertanian ke depan guna mendukung peningkatan ketahanan pangan. Peningkatan ketahanan pangan dapat dilakukan melalui peningkatan produksi maupun perluasan areal tanam dengan pembukaan lahan baru dan meningkatkan intensitas tanam pada areal yang sudah diusahakan. Hal ini sangat dimungkinkan, karena areal lahan rawa pasang surut yang berpotensi untuk pertanian tanaman pangan sangat luas dengan ketersediaan air yang cukup, baik dari hujan maupun dari air pasang (Alihamsyah, 2001).

Di Indonesia diperkirakan terdapat 20,11 juta ha lahan rawa pasang surut, yang terdiri dari 2,07 juta ha lahan potensial, 6,71 juta ha lahan sulfat masam, 10,89 juta ha lahan gambut dan 0,44 juta ha lahan salin. Dari luasan tersebut, sekitar 9,53 juta ha berpotensi untuk dijadikan lahan pertanian dan yang sudah direklamasi sekitar 4,186 juta ha (Widjaja Adhi *et al.*, 1992). Salah satu tipologi lahan rawa pasang surut yang cukup berpotensi untuk pengembangan kedelai adalah tipologi lahan sulfat masam. Di lahan tersebut, kedelai ditanam pada tipe B di bagian surjan

dan pada tipe C di hamparan pada awal musim hujan atau pada musim kemarau pertama.

Intensitas pertanaman kedelai di lahan rawa pasang surut relatif masih rendah, demikian juga rata-rata hasil di tingkat petani masih rendah (0,75 t/ha) (Ramli *et al.*, 1996). Hal ini disebabkan tingginya tingkat kendala yang dihadapi di lahan pasang surut. Kendala utama dalam upaya pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pertanaman kedelai menyangkut pada masalah air dan tanah. Masalah air merupakan masalah utama, karena dapat mempengaruhi secara langsung terhadap masalah tanah. Senyawa pirit (FeS_2) yang banyak terdapat di lahan rawa pasang surut terutama di lahan sulfat masam, pada kondisi tergenang tidak berbahaya bagi tanaman. Namun pada kondisi kering (seperti halnya pada budidaya kedelai) akan terjadi oksidasi dan senyawa tersebut akan membentuk asam sulfat, sehingga tanah menjadi sangat masam. Senyawa pirit di dalam tanah yang teroksidasi karena terjadi kekeringan akan mengakibatkan hancurnya kisi-kisi mineral liat dan menghasilkan ion Al^{3+} dan Fe^{2+} , yang beracun bagi tanaman. Di samping itu juga berakibat tercucinya basa-basa seperti Ca, Mg dan K, sehingga tanah menjadi masam dan miskin hara (Widjaja Adhi *et al.*, 1992; Saragih *et al.*, 2001).

Tingkat kemasaman tanah di lahan rawa pasang surut, umumnya masam, yaitu pH kurang dari 4 dan bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Suriadikarta *et al.*, 2000). Bervariasinya nilai pH terutama disebabkan oleh perbedaan kondisi tipologi yang dipicu oleh stress lingkungan seperti kekeringan, kebakaran dan pola budidaya yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan pemberian bahan amelioran yang dapat meningkatkan pH tanah dan sekaligus merupakan sumber hara yang dibutuhkan tanaman. Pemberian bahan amelioran merupakan salah satu cara yang cukup efektif untuk memperbaiki tingkat kesuburan lahan, terutama pada lahan-lahan yang baru dibuka. Kapur merupakan sumber bahan amelioran yang banyak digunakan untuk memperbaiki reaksi tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah, mengefektifkan penambahan hara dari luar, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Saragih *et al.*, 2001).

Selain dengan pemberian kapur, penggunaan genotipe yang adaptif terhadap tanah masam, juga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam. Dua varietas kedelai yang telah dilepas untuk adaptasi di lahan rawa pasang surut adalah Lawit dan Menyapa. Keragaan hasil kedua varietas tersebut pada tanah masam (antara pH 4,5-5) dapat mencapai hasil 1,5-2,0 t/ha biji kering (Sabran *et al.*, 2001). Kelemahan dari kedua varietas tersebut adalah ukuran bijinya yang tergolong kecil (7-8 g/100 biji). Petani pada umumnya lebih menyenangi kedelai dengan ukuran biji besar (>10 g/100 biji). Ke depan pemilihan galur dengan ukuran biji besar akan menjadi salah satu kriteria seleksi.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemberian kapur terhadap pertumbuhan dan hasil 12 genotipe kedelai di lahan sulfat masam.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di lahan sulfat masam di Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan pada MH 2002/03. Rancangan petak terpisah dengan 4 ulangan digunakan untuk menata perlakuan. Sebagai petak utama adalah perlakuan kapur, yaitu kapur 1 t/ha dan kapur 2 t/ha. Sedangkan sebagai anak petak adalah 12 genotipe kedelai yang terdiri dari 8 galur kedelai dan 4 varietas pembanding (Lawit, Menyapa, Willis dan Slamet).

Penyiapan lahan dilakukan dengan cangkul 2 kali, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan petak percobaan. Perlakuan kapur dilakukan sesuai layout percobaan. Setiap genotipe ditanam pada petak percobaan ukuran 2 m x 5 m, dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm. Saat tanam Furadan 3G diberikan pada tiap lubang tanam sesuai dosis anjuran. Benih ditanam dengan jumlah 3 biji per lubang, setelah tumbuh disisakan menjadi 2 tanaman per lubang. Pupuk diberikan dengan takaran 45 kg N + 75 kg P_2O_5 + 50 kg K_2O per hektar, 3 hari setelah tanam. Penyiangan dilakukan 2 kali yaitu pada 3 dan 6 mst, sedangkan pengendalian hama/penyakit dilaksanakan pada 3, 5 dan 8 mst.

Panen dilakukan apabila 80% polong telah berwarna kuning kecoklatan (80-90 hst). Prosesing dilakukan dengan menjemur brangkasan kedelai, sampai kering, kemudian dibijikan dan dijemur sampai kering. Pengamatan komponen hasil dilakukan terhadap 10 tanaman contoh, sedangkan pengamatan hasil dilakukan terhadap hasil per petak dan dikonversikan ke hektar. Untuk mengetahui tanggap genotipe terhadap pengapuran dihitung nilai peningkatan hasil akibat pengapuran. Nilai peningkatan hasil diperoleh dari selisih hasil antara kapur 2 t/ha dengan kapur 1 t/ha dibagi hasil pada kapur 1 t/ha dan dinyatakan dalam persen. Semakin tinggi nilai peningkatan hasil suatu genotipe, semakin responsif genotipe tersebut terhadap pengapuran. Untuk mengetahui variasi antarperlakuan dilakukan analisis ragam dengan program IRRISTAT dan dilanjutkan dengan uji rerata menggunakan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lahan

Berdasarkan tipologi lahan, lokasi pengujian termasuk lahan sulfat masam dengan tipe luapan C, yaitu lahan tidak terluapi air pasang baik pasang besar maupun pasang kecil dan kedalaman muka air tanah kurang dari 50 cm. Oleh karena itu penanaman kedelai dilakukan pada awal musim hujan.

Hasil analisis tanah terhadap tekstur tanah (Tabel 1) menunjukkan bahwa tanah sulfat masam yang ada di lokasi pengujian tergolong bertekstur liat dengan persentase pasir lebih rendah dari persentase debu dan lebih rendah dari persentase

liat (Soepardi, 1983). Tingkat kemasaman tanah tergolong sangat masam (pH 3,59) dengan kandungan Al_{dd} 9,05 me/100 g. Berdasarkan hasil analisis tanah tersebut menunjukkan bahwa kondisi tanah sangat masam dan tidak memenuhi syarat untuk pertumbuhan kedelai yang optimum, yaitu antara 6,0-6,8 (Sumarno, 1984). Demikian pula kandungan Al_{dd} cukup tinggi. Kedelai tergolong tanaman kacang-kacangan yang kurang toleran terhadap keracunan Al (Sudjadi *et al.*, 1990).

Setelah pemberian kapur terjadi peningkatan pH tanah dari 3,59 menjadi 4,0 (kapur 1 t/ha) dan 4,1 t/ha (kapur 2 t/ha) serta penurunan kandungan Al menjadi 4,0 me/100 g (kapur 1 t/ha) dan 4,15 me/100 g (kapur 2 t/ha). Widjaja Adhi (1985) menyatakan bahwa pemberian kapur pada tanah masam, selain meningkatkan ketersediaan unsur Ca, P dan pH tanah, juga menekan kelarutan Al yang bersifat toksik bagi tanaman. Koesrini *et al* (1998) menyatakan bahwa pemberian kapur 2 t/ha dapat meningkatkan pH tanah dari 4,34 menjadi 4,58 dan menurunkan kejenuhan Al dari 69,4% menjadi 10,5%.

Tabel 1. Hasil analisis tanah awal di lahan sulfat masam di Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan, MH 2002/03

Karakteristik tanah	Nilai	Kriteria
Sifat kimia		
pH H_2O	3,59	Sangat masam
C-org (%)	11,69	Sangat tinggi
N-tot (%)	0,25	Sedang
KTK	90,25	Sangat tinggi
Al_{dd} (me/100 g)	9,05	-
Ptsd (ppm)	33,09	Tinggi
P_2O_5 (mg/100 g)	108,82	Sangat tinggi
Tekstur Tanah		
Pasir (%)	10,61	
Debu (%)	32,89	
Liat (%)	54,76	

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah (Puslittanak, 1983)

Pertumbuhan Tanaman

Hasil skoring pertumbuhan menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman pada perlakuan kapur 2 t/ha lebih baik daripada pertumbuhan tanaman pada perlakuan kapur 1 t/ha. Pertumbuhan tanaman pada perlakuan kapur 2 t/ha, terlihat lebih subur dan hijau dengan nilai skor antara 1-2, sedangkan pertumbuhan pada perlakuan kapur 1 t/ha terlihat gejala klorosis pada beberapa galur yang diuji, dengan nilai skor antara 2-3.

Hasil analisis ragam terhadap tinggi tanaman menunjukkan bahwa ada beda nyata antar pemberian kapur dan antar genotipe yang diuji, sedangkan interaksinya tidak nyata (Tabel 2). Tinggi tanaman pada perlakuan kapur 2 t/ha lebih tinggi 25,9% dibandingkan tinggi tanaman pada perlakuan kapur 1 t/ha. Tinggi tanaman galur B5F1-SW-73-165-X lebih rendah 19% daripada tinggi tanaman varietas Menyapa, sedangkan galur lainnya memiliki tinggi tanaman sama dengan varietas Menyapa dan Wilis.

Tabel 2. Keragaan tinggi tanaman 12 genotipe kedelai di lahan sulfat masam, Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan, MH 2002/03

Genotipe	Tinggi tanaman (cm) pada perlakuan		Rataan tinggi tanaman (cm)
	Kapur 1 t/ha	Kapur 2 t/ha	
Msc 9112-D-4	32,7	36,9	34,8 cd
Msc 9234-D-3	37,2	45,1	41,2 bc
B4F4HW-169-160	30,9	38,5	34,7 cd
B4F4HW-192-01-321	34,8	42,1	38,4 bcd
B4F4HW-192-01-333	33,9	43,2	38,6 bcd
B5F1-SW-73-165-X	29,8	36,8	33,3 d
B5F3-W80-279-174-109	38,3	46,9	42,6 b
SB4-W80-211-170-338	32,4	43,0	37,7 bcd
Lawit	32,1	43,0	37,5 bcd
Menyapa	33,8	48,5	41,1 bc
Wilis	32,3	41,3	36,8 bcd
Slamet	44,1	54,8	49,5 a
Rataan	34,4 b	43,3 a	38,9

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 0,05.

Keragaan tinggi tanaman pada pengujian ini tergolong kurang optimum, yaitu hanya antara 33,3-49,5 cm. Varietas Lawit dan Menyapa pada pengujian di tanah sulfat masam dengan pH 4,5-5, memiliki tinggi tanaman antara 60-75 cm. Tidak optimumnya tinggi tanaman disebabkan tingkat kemasaman tanah pada lokasi pengujian tidak memenuhi syarat pertumbuhan kedelai. Pada tanah-tanah yang sangat masam, pertumbuhan kedelai terlihat terhambat atau kerdil. Bahkan pada tingkat kemasaman tanah yang sangat tinggi ($\text{pH} < 3,5$), tanaman kedelai tidak dapat tumbuh. Hal ini disebabkan terganggunya pertumbuhan akar, yaitu akar lateral tumbuh lebih pendek, tebal dan kaku serta ada bagian yang terluka dan berwarna kecoklatan (Blum, 1988).

Hasil dan Komponen Hasil

Hasil analisis ragam terhadap hasil menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan kapur dan antar genotipe, sedangkan interaksinya tidak nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Keragaan hasil 12 genotipe kedelai di lahan sulfat masam, Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan, MH 2002/03

Genotipe	Hasil kedelai (t/ha) pada perlakuan		Rataan Hasil kedelai (t/ha)	Peningkatan hasil (%)
	Kapur 1 t/ha	Kapur 2 t/ha		
Msc 9112-D-4	0,817	0,881	0,849 c	7,81
Msc 9234-D-3	1,078	1,311	1,195 ab	21,7
B4F4HW-169-160	1,293	1,319	1,306 a	2,03
B4F4HW-192-01-321	1,154	1,224	1,189 ab	6,05
B4F4HW-192-01-333	1,268	1,312	1,290 a	3,47
B5F1-SW-73-165-X	1,055	1,101	1,078 abc	4,39
B5F3-W80-279-174-109	0,975	0,886	0,931 bc	-9,08
SB4-W80-211-170-338	0,774	0,897	0,836 c	15,79
Lawit	0,888	0,994	0,941 bc	11,97
Menyapa	1,038	1,171	1,105 abc	12,90
Wilis	0,878	1,046	0,962 bc	19,12
Slamet	0,969	1,118	1,044 abc	15,33
Rataan	1,015 b	1,105 a	1,060	

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 0,05.

Hasil pada perlakuan kapur 2 t/ha lebih tinggi 8,8 % dibandingkan hasil pada perlakuan kapur 1 t/ha. Hasil yang sama dilaporkan oleh Koesrini *et al*, (2001), yaitu pemberian kapur 2 t/ha di lahan sulfat masam KP Unit Tatas-Kalimantan Tengah meningkatkan hasil kedelai 239,7 % lebih tinggi daripada hasil kedelai yang diberi kapur 1 t/ha. Peningkatan hasil yang sangat tinggi disebabkan tingkat cekaman lingkungan di lokasi pengujian tersebut lebih berat dibandingkan tingkat cekaman lingkungan di Barambai. Meskipun pH tanah awal di kedua lokasi pengujian tersebut tidak terlalu berbeda, yaitu 3,56 di KP Unit Tatas dan 3,59 di Barambai, tetapi kandungan Al_{dd} di KP Unit Tatas sangat tinggi, yaitu 16,56 me/100 g, sedangkan di Barambai 9,05 me/100 g. Pada tanah sulfat masam, umumnya kahat hara terutama hara Ca. Pemberian kapur pada lahan sulfat masam meningkatkan ketersediaan unsur Ca yang sangat diperlukan dalam pembentukan polong dan

pengisian biji (Gregar *et al.*, 1989), serta menurunkan kelarutan Al yang bersifat racun bagi tanaman (Sartain dan Kamprath, 1975; Koesrini *et al.*, 1998).

Hasil Galur B4F4HW-192-01-333 dan B4F4HW-169-160 lebih tinggi daripada hasil varietas Lawit dan Wilis, sedangkan galur lainnya memiliki hasil sama dengan varietas Menyapa, Lawit, Wilis dan Slamet. Perlakuan kapur meningkatkan hasil semua genotipe yang diuji, kecuali galur B5F3-W80-279-174-109 terjadi penurunan hasil. Diantara genotipe yang diuji, galur Msc 9234-D-3 tergolong paling responsif terhadap pengapuran, terlihat dari nilai peningkatan hasilnya yang mencapai 21,7%. Keragaan hasil genotipe yang diuji tergolong belum optimum. Varietas Lawit dan Menyapa yang diuji pada pH 4,5-5, dapat mencapai hasil 1,5-2,0 t/ha (Sabran *et al.*, 2001), sedangkan pada pengujian ini hanya mencapai 0,888-1,171 t/ha. Salah satu penyebab rendahnya hasil adalah tingginya tingkat kemasaman. Meskipun sudah dilakukan perlakuan kapur pH tanah masih tergolong sangat masam (4,0-4,1). Kedelai memerlukan pH optimum antara 5,5-6,5 (Sumarno, 1984).

Hasil analisis ragam terhadap jumlah polong isi menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan kapur dan antar genotipe, sedangkan interaksinya tidak nyata (Tabel 4).

Tabel 4. Keragaan jumlah polong isi 12 genotipe kedelai di lahan sulfat masam, Barambai-Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan, MH 2002/03

Genotipe	Polong isi (buah pada perlakuan)		Rataan Polong isi (buah)
	Kapur 1 t/ha	Kapur 2 t/ha	
Msc 9112-D-4	12,6	22,5	17,5 bc
Msc 9234-D-3	18,0	24,5	21,3 ab
B4F4HW-169-160	20,7	25,0	22,9 a
B4F4HW-192-01-321	14,7	20,8	17,7 bc
B4F4HW-192-01-333	20,8	28,5	24,6 a
B5F1-SW-73-165-X	12,4	17,8	15,1 c
B5F3-W80-279-174-109	10,6	19,0	14,8 c
SB4-W80-211-170-338	13,0	21,7	17,4 bc
Lawit	15,6	21,3	18,4 bc
Menyapa	14,4	21,0	17,7 bc
Wilis	7,9	12,4	10,1 d
Slamet	12,9	18,6	15,8 c
Rataan	14,4	21,1	17,8

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 0,05.

Jumlah polong isi pada perlakuan kapur 2 t/ha lebih tinggi 46,5% dibandingkan jumlah polong isi pada perlakuan kapur 1 t/ha. Hasil yang sama dilaporkan oleh Koesrini *et al.* (2001), yaitu pemberian kapur 2 t/ha di lahan sulfat masam KP Unit Tatas-Kalimantan Tengah meningkatkan jumlah polong isi sebesar 98,8% lebih tinggi daripada jumlah polong isi yang diberi kapur 1 t/ha. Jumlah polong isi galur B4F4HW-169-160 dan B4F4HW-192-01-333 lebih tinggi daripada jumlah polong isi varietas Menyapa, Slamet dan Wilis, sedangkan galur lainnya memiliki hasil sama dengan varietas Lawit, Menyapa dan Slamet. Perlakuan kapur meningkatkan jumlah polong isi semua genotipe yang diuji. Pada tanah sulfat masam, umumnya kahat hara terutama hara Ca. Pemberian kapur pada lahan sulfat masam meningkatkan ketersediaan unsur Ca yang sangat diperlukan dalam pembentukan polong dan pengisian biji (Gregar *et al.*, 1989).

Hasil analisis ragam terhadap berat 100 biji menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan kapur, antar genotipe dan interaksinya (Tabel 5).

Tabel 5. Keragaan berat 100 biji 12 genotipe kedelai di lahan sulfat masam, Barambai, Kabupaten Batola, Kalimantan Selatan, MH 2002/03

Genotipe	Berat 100 biji (g) pada perlakuan		Rataan Berat 100 biji (g)
	Kapur 1 t/ha	Kapur 2 t/ha	
Msc 9112-D-4	9,1	9,3	9,2
Msc 9234-D-3	10,4	11,0	10,7
B4F4HW-169-160	9,1	9,5	9,3
B4F4HW-192-01-321	9,1	9,4	9,3
B4F4HW-192-01-333	8,9	9,7	9,3
B5F1-SW-73-165-X	9,0	9,5	9,3
B5F3-W80-279-174-109	9,9	10,0	9,3
SB4-W80-211-170-338	9,8	9,9	9,9
Lawit	9,8	9,9	9,9
Menyapa	7,8	8,1	7,9
Wilis	9,4	9,7	9,5
Slamet	9,7	10,2	10,0
Rataan	9,3	9,7	9,5

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 0,05.

Berat 100 biji pada perlakuan kapur 2 t/ha lebih tinggi 4,3% dibandingkan jumlah polong isi pada perlakuan kapur 1 t/ha. Di KP Unit Tatas peningkatan berat 100 biji akibat peningkatan dosis kapur tidak terlalu tinggi, yaitu hanya 1,04%.

Pengapuran biasanya tidak terlalu berpengaruh terhadap ukuran biji, karena parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman. Hal ini terlihat dari peningkatan yang tidak terlalu tinggi dari pengujian di KP Unit Tatas dan Barambai.

Dari pengujian ini menunjukkan bahwa kedelai cukup responsif terhadap pengapuran. Pemberian kapur dapat memperbaiki kondisi lingkungan tumbuh tanaman, sehingga lebih optimum bagi pertumbuhan tanaman dan dapat meningkatkan hasil kedelai di lahan sulfat masam.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi respon genotipe kedelai terhadap pengapuran. Genotipe Msc 9234-D-3 dikategorikan paling respon terhadap pengapuran, dengan nilai peningkatan hasil 21,7 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. 2001. Prospek pengembangan dan pemanfaatan lahan pasang surut dalam perspektif eksplorasi sumber pertumbuhan pertanian masa depan. Hal:1-18. *Dalam: Ar-Riza, I., T. Alihamsyah dan M. Sarwani (eds). Pengelolaan Tanah dan Air di Lahan Pasang Surut. Monograf Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru.*
- Blum, A. 1988. *Plant Breeding for Stress Environment.* CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Gregan, P.D., J.R. Hirth and M.K. Convers. 1989. Amelioration of soil acidity by liming and other amendments. *In. A.D. Robson (ed). Soil Acidity and Plant Growth.* Academic Press, Australia.
- Koesrini, E. William dan M. Sabran. 1998. Adaptasi dan toleransi 15 varietas kedelai di lahan pasang surut. *Laporan Hasil Penelitian.* 10 hal.
- Koesrini, E. William, M. Saleh, M. Alwi dan M. Sabran. 2001. Interaksi genotipe lingkungan galur-galur kedelai di lahan rawa. *Laporan Hasil Penelitian.* Balittra-Banjarbaru. 19 hal.
- Puslittanak. 1983. *Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah.* Pusat Penelitian Tanah Bogor.

- Ramli, R., A. Supriyo, M. Thamrin, H.Dj. Noor, H.R. Itjin dan M. Wilis. 1996. Sumber Pertumbuhan Produksi Kedelai di Kalimantan Selatan. Balittra-Banjarbaru.
- Sabran, M., M.M. Adie, E. William, Koesrini dan M. Saleh. 2001. Genotipe Kedelai Adaptif pada Lahan Pasang Surut Bertanah Sulfat Masam. Usulan Pelepasan varietas. Jakarta, 28 Juli 2001. 13 hal.
- Saragih, S., I. Ar-Riza dan N. Fauziah. 2001. Pengelolaan lahan dan hara untuk budidaya palawija di lahan rawa pasang surut. Hal:65-81. *Dalam: Ar-Riza, I., T. Alihamsyah dan M. Sarwani (eds). Pengelolaan Tanah dan Air di Lahan Pasang Surut. Monograf Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru.*
- Sartain, J.B. and E.J. Kamprath. 1975. Effect of liming a highly Al-saturated soil on the top and root growth and soybean nodulation. *Agron.J.* 67:507-510.
- Sudjadi, M. S. Adiningsih dan I.P.G. Widjaja-Adhi. 1990. Pengelolaan lahan masam untuk tanaman pangan. Pp:385-399. *Dalam: M. Syam, I. Ismunadji, D.M. Tantera dan A. Widjono (eds). Risalah Simposium II Penelitian Tanaman Pangan. Ciloto, 21-23 Maret 1988. Puslitbangtan-Bogor.*
- Sumarno. 1984. Kedelai dan Cara Budidayanya. 110 hal.
- Suriadikarta, D.A., M. Anda dan Abdurachman. 2000. Penyempurnaan sistem reklamasi dan pengembangan tata air mendukung keberlanjutan pengembangan pertanian di lahan rawa. Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli 2000. Puslitbangtan-Bogor.
- Widjaja Adhi, IPG. 1985. Pengaruh tanah masam untuk kedelai. Pp 171-188. *Dalam: S.S.Somaatmadja, M. Ismunadji, Sumarno, M. Syam, S.O. Manurung dan Yuswadi (eds). Kedelai. Puslitbangtan-Bogor.*
- Widjaja- Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi dan A.S. Karama. 1992. Sumber Daya Lahan Pasang Surut dan Rawa dan Pantai; Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Pp19-38. *Dalam: Partohardjono, S dan M. Syam (eds). Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa di Cicarua 3 – 4 Maret. Bogor.*