

METODA PENETAPAN TAKARAN KAPUR DAN PUPUK FOSFAT UNTUK REHABILITASI LAHAN SULFAT MASAM AKTUAL PADA TANAMAN PADI DAN KELAPA SAWIT DI DAERAH PASANG SURUT JAMBI

M. AL-JABRI

Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanak: Jl. Ir. H. Juanda 98 Bogor

ABSTRAK

Penetapan kebutuhan kapur (KK) dan pupuk fosfat (KPF) yang dapat dipercaya tidak terlepas dari asas dasar hukum sebab akibat dan kaidah yang digunakan sebagai pedoman, sehingga aturan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) tidak dilanggar. Oleh karena itu, inovasi sebagai idea baru yang telah diperoleh sangat beralasan untuk diimplementasikan. Jadi, metode penetapan KK dan KPF dari luar negeri harus dimodifikasi sebab kondisi tanah, iklim dan tanaman di luar negeri tidak sama dibanding dengan negara pengimpor Iptek. Alasan metoda penetapan KK dan KPF dimodifikasi, sebab sifat-sifat fisika dan kimia tanah sangat berpengaruh terhadap akurasi data yang diukur. Introduksi metoda penetapan KK berdasarkan Al-dd dengan KCl 0.25 N sebagai produk baru yang menggantikan KCl 1 N dapat menetapkan KK yang sesuai untuk tanah SMA. Introduksi penetapan KPF berdasarkan kurva erapan P dengan CaCl_2 0.02 M sebagai produk baru yang menggantikan P dapat diekstrak larutan asam keras (P-HCl 25%) dan larutan asam lemah (P-Bray 1) dapat menetapkan KPF yang sesuai untuk tanah SMA. Tujuan penelitian adalah menginformasikan inovasi metoda penetapan KK dan KPF untuk rehabilitasi lahan SMA. Tanaman pangan dapat tumbuh di tanah SMA selama pH tanah disekitar akar 4.25 – 4.50 untuk padi, pH 4.50 – 4.75 untuk jagung, dan > 4.75 - 5.00 untuk kedele. Konsep pengapuran tanah SMA yang mencapai puluhan sampai ratusan ton ha^{-1} untuk tanaman pangan hendaknya ditinggalkan. KK tanah SMA ekuivalen satu kali nilai Al-dd KCl 1 N sesuai untuk tanah mineral masam yang didominasi mineral liat tipe 1:1, tetapi tidak sesuai untuk tanah SMA yang didominasi mineral liat tipe 2:1 dan tipe 1:1, sebab takaran kapur sangat berlebihan. Oleh karena itu, KK dapat ditetapkan dengan cara memodifikasi metoda pengukurannya, atau dapat juga dengan formulasi model. Penelitian dilakukan di laboratorium, rumah kaca, dan lapangan. Penelitian di laboratorium menentukan KK dan KPF. KK ditetapkan berdasarkan metoda inkubasi dengan air dan Al-dd dengan KCl, sedangkan kebutuhan KPF berdasarkan kurva erapan P (Fox dan Kamprath, 1970). KK juga ditetapkan berdasarkan formulasi model. Formulasi model dalam bentuk persamaan regresi linear, dimana $\text{KK-inkubasi} = \text{fungsi Al-dd dengan KCl yang dimodifikasi}$. Hasil dari penelitian ini dapat diinformasikan bahwa: (1) teknologi rehabilitasi lahan bertipologi lahan SMA dengan kapur berdasarkan metoda pengukuran yang akurasinya dapat dipertanggungjawabkan, antara lain kapur ditetapkan berdasarkan Al-dd dengan KCl 0.25 N yang telah dimodifikasi atau dengan formulasi model, (2) teknologi rehabilitasi lahan bertipologi lahan SMA dengan pupuk P berdasarkan kurva erapan P dan (3) kelapa sawit dapat ditanam pada lahan SMA dengan tipe luapan C

Kata Kunci : Kapur, Pospat, Metode penetapan, Lahan SMA, Padi, Kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Teknologi rehabilitasi lahan rawa bongkor yang didominasi tanah mineral masam seperti lahan rawa dengan tipologi lahan sulfat masam aktual (SMA) dilakukan dengan cara pemberian kapur dan pupuk P. Disamping itu, pupuk N dan K harus diberikan, serta tidak kalah pentingnya yaitu keadaan tata airnya harus dapat dikendalikan.

Hasil penelitian untuk rehabilitasi lahan rawa bongkor telah didokumentasikan sehingga dapat dijadikan sebagai acuan (Aribawa *et al.*, 1997; Sri Ratmini *et al.*, 2000; Al-Jabri *et al.*, 2000 a dan b; Al-Jabri, 2002; Jumakir *et al.*, 2000). Kapur sebagai bahan pembenah tanah sangat beralasan untuk diberikan pada tanah SMA untuk padi sawah selama penggenangan tanah belum dapat menaikkan pH tanah pada kisaran nilai 4.25 – 4.50. Padi termasuk

tanaman yang tahan kemasaman dengan persen kejenuhan Al tertinggi 60%, kemudian disusul jagung dan kedelai masing-masing dengan persen kejenuhan Al tertinggi 40% dan 20%.

Tanaman pangan dapat tumbuh di tanah SMA selama pH tanah disekitar akar > 4.25 - 4.50 untuk padi, > pH 4.50 - 4.75 untuk jagung, dan > 4.75 - 5.00 untuk kedelai. Konsep pengapuran yang mencapai puluhan sampai ratusan ton ha⁻¹ untuk tanaman pangan pada tanah masam perlu diteliti lebih lanjut mengingat keberadaan mineral liat 2:1 (smektit) yang telah rusak sebagaimana dicirikan bentuk difraksi sinar-X liat 2:1 dengan puncak difraksi 10 Å (Al-Jabri, 2002).

Kebutuhan kapur (KK) tanah SMA ekuivalen satu kali nilai Al-dd KCl 1 N sesuai untuk tanah mineral masam yang didominasi mineral liat tipe 1:1 (Kamprath, 1970), tetapi tidak sesuai untuk tanah SMA yang didominasi mineral liat tipe 2:1 dan tipe 1:1, sebab takaran kapur sangat berlebihan. Oleh karena itu, KK dapat ditetapkan dengan cara memodifikasi metoda pengukurannya, atau dapat juga dengan formulasi model.

Meskipun banyak formulasi model KK telah dikembangkan, antara lain: (1) $KK = 0.11[\% \text{ liat} + (5 \times \% \text{ bahan organik})]$ (Joret *et al.*, 1934); (2) $KK = [\text{pH } 6.50 - \text{pH tanah}] \times \% \text{ bahan organik}$ untuk tanah-tanah dengan Al-dd rendah (Keeny dan Corey, 1963); (3) $KK = \text{faktor} \cdot [\text{Al-dd} - \% \text{ kejenuhan Al}]$ (KTK efektif) untuk kedelai yang ditanam pada tanah Ultisols di Sitiung (Sumbar) yang didominasi mineral liat 1:1 (Wade *et al.*, 1987), tetapi formulasi model KK bersifat kondisional. Hal ini disebabkan aktivitas komponen-komponen kemasaman tanah sangat kompleks dan interaksinya dalam keadaan yang sebenarnya sangat sulit dideteksi. Formulasi model dapat dikatakan tidak mantap jika nilai dugaan dari parameter memiliki ragam yang besar maka harus dimodifikasi, sehingga teori dapat menjawab masalah dengan lebih tepat dan benar. Peramalan KK dari data aktual laboratorium sebaiknya divalidasi dengan nilai aktual produksi tanaman, sebab data peubah bebas dan peubah tidak bebas bersifat kondisional. Oleh karena itu pada waktu mengkonstruksi formulasi model, maka harus dilakukan

dengan cermat (Hasibuan, 1988). Beberapa keuntungan penggunaan formulasi model, antara lain: (1) tidak hanya menjelaskan fakta-fakta yang teramati, tetapi juga meramal kejadian-kejadian yang pada saat itu tidak teramati, (2) mengatasi masalah ketidakakuratan data yang terukur, (3) menjelaskan bahwa dua atau lebih elemen pembentuk sistem saling berhubungan, sebab pada dasarnya suatu sistem terdiri dari peubah-peubah yang saling tergantung satu sama lain dan bekerja sama dalam menjelaskan sekumpulan fakta untuk mencapai suatu tujuan (Gaspersz, 1991). Setelah kapur yang diberikan dapat meningkatkan pH pada kisaran nilai 4.25 - 4.50 untuk padi, maka ketersediaan P meningkat. Pada umumnya tanah SMA kahat P, sehingga pupuk P mutlak harus diberikan.

Kurva erapan P dapat memprediksi KPF (Fox dan Kamprath, 1970), sebab lebih mencerminkan kebutuhan tanaman jika batas kritis P larutan diketahui. Batas kritis P larutan untuk padi adalah 0.015 ppm P (Al-Jabri *et al.*, 1997). Disamping itu, unsur hara makro primer lainnya (N dan K), serta unsur hara mikro (Cu dan Zn) diberikan dalam jumlah berimbang melalui analisis tanah secara preskriptif. Tujuan dari penelitian adalah menginformasikan inovasi metoda penetapan KK dan KPF untuk merehabilitasi lahan SMA di Jambi dan daerah lainnya.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan di laboratorium, rumah kaca, dan lapangan. Percobaan di laboratorium menentukan kebutuhan kapur dan P. KK ditetapkan berdasarkan metoda inkubasi dengan air dan Al dapat ditukar dengan KCl, sedangkan KPF berdasarkan kurva erapan P (Fox dan Kamprath, 1970). KK juga ditetapkan berdasarkan formulasi model. Formulasi model dalam bentuk persamaan regresi linear, dimana $KK\text{-inkubasi} = \text{fungsi Al-dd dengan KCl yang dimodifikasi}$. Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di rumah kaca dan lapangan pada tipologi tanah SMA. Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di rumah kaca menggunakan tanah SMA yang diambil dari Tri Mulyo

(Pamusiran) dan Harapan Makmur (Jambi), Karang Agung Ulu (Sumsel), Basarang (Kalteng) (Al-Jabri *et al.*, 2000 b). Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di lapangan ditempatkan di Tri Mulyo (Pamusiran) dan Harapan Makmur (Jambi) (Al-Jabri *et al.*, 2000 a), Karang Agung Ulu (Sri Ratmini *et al.*, 2000), di Basarang (Kalteng) (Aribawa *et al.*, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi teknologi kapur yang dimaksud adalah mengimplementasikan ide baru berupa penetapan KK, dimana metoda penetapannya yang semula berdasarkan Al-dd dengan KCl 1 N, kemudian dimodifikasi dengan cara mengencerkan normalitas KCl. KK untuk padi pada tanah SMA sekitar $< 3 \text{ ton ha}^{-1}$, jika metodenya ditetapkan berdasarkan Al-dd dengan KCl 0.25 N. Sebaliknya, jika KK tanah SMA Belawang ditetapkan berdasarkan Al-dd dengan KCl 1 N maka takarannya 14 - 15 ton/ha (Al-Jabri, 2002). KK yang tinggi tersebut disebabkan Al yang semula dalam bentuk tidak dapat ditukar dalam struktur

mineral liat 2:1 yang telah rusak oleh oksidasi pirit turut terekstrak oleh KCl 1 N. KK berdasarkan 100% nilai Al-dd KCl 1 N tidak akurat, sebab keberadaan liat 2:1 yang rusak mensuplai Al tidak hanya dalam bentuk tidak dapat ditukar, tetapi juga Al dapat ditukar (Al-Jabri *et al.*, 2000 b).

Fakta-fakta diperoleh bahwa KK berdasarkan 100% nilai Al-dd 1 N KCl terlalu tinggi ditunjukkan oleh hasil penelitian berikut: (1) KK optimum untuk jagung varietas Arjuna 1.50 ton/ha, atau setara 24% nilai Al-dd 1 N KCl (nilai Al-dd tanah SMA di Tri Mulyo 6.36 cmol/kg) dan 2.71 ton ha^{-1} , atau setara 38% nilai Al-dd 1 N KCl (nilai Al-dd tanah SMA di Harapan Makmur 6.98 cmol/kg) (Al-Jabri *et al.*, 2000 a). Takaran kapur 1.50 dan 2.71 ton ha^{-1} tersebut berdasarkan turunan pertama dari persamaan kuadratnya. Takaran kapur berdasar turunan pertama dari persamaan kuadrat ternyata lebih rendah dari nilai Al-dd dengan KCl 0.25 N (Tabel 1). Sehubungan dengan KK ekuivalen dari 100% nilai Al-dd KCl 0.25 N sedikit lebih tinggi, maka larutan garam KCl masih perlu diencerkan dengan normalitas $< 0.25 \text{ N}$.

Tabel 1. Penetapan Al-dd dengan KCl 0, 0.25, 0.50, dan 1.00 N untuk tanah SMA Trimulyo dan Harapan Makmur (Jambi)

Lokasi	pH dan Nilai Al-dd (cmol/kg)				
	pH-H ₂ O	KCl 0.25 N	KCl 0.50 N	KCl 1.00 N	KCl 1.0 N
Trimulyo	3.9	0.25	2.44	2.93	4.18
Harapan Makmur	3.6	0.34	3.26	4.20	4.43

Pertumbuhan tanaman padi varietas IR-64 di rumah kaca dengan menggunakan tanah SMA dari Harapan Jaya (Rengat, Riau) dan Pamusiran (Jambi), terlihat bahwa tanpa perlakuan kapur hampir sama baiknya dibandingkan dengan yang dikapur. Sebaliknya, jika menggunakan contoh tanah SMA dari Rantau Rasau (Jambi) dan Basarang (Kalteng), maka pertumbuhan tanaman padi tanpa perlakuan kapur lebih jelek dari perlakuan kapur (Tabel 2).

Faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan respons tanaman pada tanah SMA terhadap kapur tersebut antara lain: varietas padi, banyak sedikitnya smektit, kedalaman pirit, oksidasi pirit sudah berlangsung sempurna atau belum. Berdasarkan difraksi sinar-x maka persentase smektit (liat 2:1) dan kaolinit (liat 1:1) dari tanah SMA Pamusiran masing-masing 18% dan 70%, sedangkan liat 2:1 dan liat 1:1 dari tanah SMA Basarang masing-masing 47% dan 42% (Tabel 3).

tanaman yang tahan kemasaman dengan persen kejenuhan Al tertinggi 60%, kemudian disusul jagung dan kedelai masing-masing dengan persen kejenuhan Al tertinggi 40% dan 20%.

Tanaman pangan dapat tumbuh di tanah SMA selama pH tanah disekitar akar > 4.25 - 4.50 untuk padi, > pH 4.50 - 4.75 untuk jagung, dan > 4.75 - 5.00 untuk kedelai. Konsep pengapuran yang mencapai puluhan sampai ratusan ton ha⁻¹ untuk tanaman pangan pada tanah masam perlu diteliti lebih lanjut mengingat keberadaan mineral liat 2:1 (smektit) yang telah rusak sebagaimana dicirikan bentuk difraksi sinar-X liat 2:1 dengan puncak difraksi 10 Å (Al-Jabri, 2002).

Kebutuhan kapur (KK) tanah SMA ekuivalen satu kali nilai Al-dd KCl 1 N sesuai untuk tanah mineral masam yang didominasi mineral liat tipe 1:1 (Kamprath, 1970), tetapi tidak sesuai untuk tanah SMA yang didominasi mineral liat tipe 2:1 dan tipe 1:1, sebab takaran kapur sangat berlebihan. Oleh karena itu, KK dapat ditetapkan dengan cara memodifikasi metoda pengukurannya, atau dapat juga dengan formulasi model.

Meskipun banyak formulasi model KK telah dikembangkan, antara lain: (1) $KK = 0.11[\% \text{ liat} + (5 \times \% \text{ bahan organik})]$ (Joret *et al.*, 1934); (2) $KK = [\text{pH } 6.50 - \text{pH tanah}] \times \% \text{ bahan organik}$ untuk tanah-tanah dengan Al-dd rendah (Keeny dan Corey, 1963); (3) $KK = \text{faktor} \cdot [\text{Al-dd} - \% \text{ kejenuhan Al}]$ (KTK efektif) untuk kedelai yang ditanam pada tanah Ultisols di Sitiung (Sumbar) yang didominasi mineral liat 1:1 (Wade *et al.*, 1987), tetapi formulasi model KK bersifat kondisional. Hal ini disebabkan aktivitas komponen-komponen kemasaman tanah sangat kompleks dan interaksinya dalam keadaan yang sebenarnya sangat sulit dideteksi. Formulasi model dapat dikatakan tidak mantap jika nilai dugaan dari parameter memiliki ragam yang besar maka harus dimodifikasi, sehingga teori dapat menjawab masalah dengan lebih tepat dan benar. Peramalan KK dari data aktual laboratorium sebaiknya divalidasi dengan nilai aktual produksi tanaman, sebab data peubah bebas dan peubah tidak bebas bersifat kondisional. Oleh karena itu pada waktu mengkonstruksi formulasi model, maka harus dilakukan

dengan cermat (Hasibuan, 1988). Beberapa keuntungan penggunaan formulasi model, antara lain: (1) tidak hanya menjelaskan fakta-fakta yang teramati, tetapi juga meramal kejadian-kejadian yang pada saat itu tidak teramati, (2) mengatasi masalah ketidakakuratan data yang terukur, (3) menjelaskan bahwa dua atau lebih elemen pembentuk sistem saling berhubungan, sebab pada dasarnya suatu sistem terdiri dari peubah-peubah yang saling tergantung satu sama lain dan bekerja sama dalam menjelaskan sekumpulan fakta untuk mencapai suatu tujuan (Gaspersz, 1991). Setelah kapur yang diberikan dapat meningkatkan pH pada kisaran nilai 4.25 - 4.50 untuk padi, maka ketersediaan P meningkat. Pada umumnya tanah SMA kahalat P, sehingga pupuk P mutlak harus diberikan.

Kurva erapan P dapat memprediksi KPF (Fox dan Kamprath, 1970), sebab lebih mencerminkan kebutuhan tanaman jika batas kritis P larutan diketahui. Batas kritis P larutan untuk padi adalah 0.015 ppm P (Al-Jabri *et al.*, 1997). Disamping itu, unsur hara makro primer lainnya (N dan K), serta unsur hara mikro (Cu dan Zn) diberikan dalam jumlah berimbang melalui analisis tanah secara preskriptif. Tujuan dari penelitian adalah menginformasikan inovasi metoda penetapan KK dan KPF untuk merehabilitasi lahan SMA di Jambi dan daerah lainnya.

BAHAN DAN METODA

Penelitian dilakukan di laboratorium, rumah kaca, dan lapangan. Percobaan di laboratorium menentukan kebutuhan kapur dan P. KK ditetapkan berdasarkan metoda inkubasi dengan air dan Al dapat ditukar dengan KCl, sedangkan KPF berdasarkan kurva erapan P (Fox dan Kamprath, 1970). KK juga ditetapkan berdasarkan formulasi model. Formulasi model dalam bentuk persamaan regresi linear, dimana $KK\text{-inkubasi} = \text{fungsi Al-dd dengan KCl}$ yang dimodifikasi. Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di rumah kaca dan lapangan pada tipologi tanah SMA. Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di rumah kaca menggunakan tanah SMA yang diambil dari Tri Mulyo

(Pamusiran) dan Harapan Makmur (Jambi), Karang Agung Ulu (Sumsel), Basarang (Kalteng) (Al-Jabri *et al.*, 2000 b). Percobaan pengapuran dan pemupukan diselenggarakan di lapangan ditempatkan di Tri Mulyo (Pamusiran) dan Harapan Makmur (Jambi) (Al-Jabri *et al.*, 2000 a), Karang Agung Ulu (Sri Ratmini *et al.*, 2000), di Basarang (Kalteng) (Aribawa *et al.*, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi teknologi kapur yang dimaksud adalah mengimplementasikan ide baru berupa penetapan KK, dimana metoda penetapannya yang semula berdasarkan Al-dd dengan KCl 1 N, kemudian dimodifikasi dengan cara mengencerkan normalitas KCl. KK untuk padi pada tanah SMA sekitar $< 3 \text{ ton ha}^{-1}$, jika metodenya ditetapkan berdasarkan Al-dd dengan KCl 0.25 N. Sebaliknya, jika KK tanah SMA Belawang ditetapkan berdasarkan Al-dd dengan KCl 1 N maka takarannya 14 - 15 ton/ha (Al-Jabri, 2002). KK yang tinggi tersebut disebabkan Al yang semula dalam bentuk tidak dapat ditukar dalam struktur

mineral liat 2:1 yang telah rusak oleh oksidasi pirit turut terekstrak oleh KCl 1 N. KK berdasarkan 100% nilai Al-dd KCl 1 N tidak akurat, sebab keberadaan liat 2:1 yang rusak mensuplai Al tidak hanya dalam bentuk tidak dapat ditukar, tetapi juga Al dapat ditukar (Al-Jabri *et al.*, 2000 b).

Fakta-fakta diperoleh bahwa KK berdasarkan 100% nilai Al-dd 1 N KCl terlalu tinggi ditunjukkan oleh hasil penelitian berikut: (1) KK optimum untuk jagung varietas Arjuna 1.50 ton/ha, atau setara 24% nilai Al-dd 1 N KCl (nilai Al-dd tanah SMA di Tri Mulyo 6.36 cmol/kg) dan 2.71 ton ha^{-1} , atau setara 38% nilai Al-dd 1 N KCl (nilai Al-dd tanah SMA di Harapan Makmur 6.98 cmol/kg) (Al-Jabri *et al.*, 2000 a). Takaran kapur 1.50 dan 2.71 ton ha^{-1} tersebut berdasarkan turunan pertama dari persamaan kuadratnya. Takaran kapur berdasar turunan pertama dari persamaan kuadrat ternyata lebih rendah dari nilai Al-dd dengan KCl 0.25 N (Tabel 1). Sehubungan dengan KK ekuivalen dari 100% nilai Al-dd KCl 0.25 N sedikit lebih tinggi, maka larutan garam KCl masih perlu diencerkan dengan normalitas $< 0.25 \text{ N}$.

Tabel 1. Penetapan Al-dd dengan KCl 0, 0.25, 0.50, dan 1.00 N untuk tanah SMA Trimulyo dan Harapan Makmur (Jambi)

Lokasi	pH dan Nilai Al-dd (cmol/kg)				
	pH-H ₂ O	KCl 0 N	KCl 0.25 N	KCl 0.50 N	KCl 1.0 N
Trimulyo	3.9	0.25	2.44	2.93	4.18
Harapan Makmur	3.6	0.34	3.26	4.20	4.43

Pertumbuhan tanaman padi varietas IR-64 di rumah kaca dengan menggunakan tanah SMA dari Harapan Jaya (Rengat, Riau) dan Pamusiran (Jambi), terlihat bahwa tanpa perlakuan kapur hampir sama baiknya dibandingkan dengan yang dikapur. Sebaliknya, jika menggunakan contoh tanah SMA dari Rantau Rasau (Jambi) dan Basarang (Kalteng), maka pertumbuhan tanaman padi tanpa perlakuan kapur lebih jelek dari perlakuan kapur (Tabel 2).

Faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan respons tanaman pada tanah SMA terhadap kapur tersebut antara lain: varietas padi, banyak sedikitnya smektit, kedalaman pirit, oksidasi pirit sudah berlangsung sempurna atau belum. Berdasarkan difraksi sinar-x maka persentase smektit (liat 2:1) dan kaolinit (liat 1:1) dari tanah SMA Pamusiran masing-masing 18% dan 70%, sedangkan liat 2:1 dan liat 1:1 dari tanah SMA Basarang masing-masing 47% dan 42% (Tabel 3).

Tabel 2. Pengaruh kapur terhadap pertumbuhan bobot gabah kering giling (ton/ha) padi varietas IR-64 (Al-Jabri *et al.*, 2000 b).

Perlakuan	Harapan Jaya (Riau)	Pamusiran (Jambi)	R.Rasau (Jambi)	Basarang (Kalteng)
0 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	4.731	-	-	0.030
12 000 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	4.669	-	-	4.627
0 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	-	5.990	-	-
3 000 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	-	6.506	-	-
0 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	-	-	1.502	-
6 000 kg CaCO ₃ + 111 kg P alam	-	-	3.947	-

Tabel 3. Pengaruh banyak sedikitnya liat 2:1 (smektit) terhadap KK berdasarkan metoda inkubasi dan 100% kali nilai Al-dd KCl 1.00 N untuk tanaman padi pada tanah SMA (Al-Jabri *et al.*, 2000 b)

Asal Tanah	Metoda KK		Jenis Liat	
	Inkubasi dengan H ₂ O*	Al-dd KCl 1 N**	2:1 (smektit)	1:1 (kaolinit)
Pamusiran (Jambi)	0 ton ha ⁻¹	6.35 cmol kg ⁻¹	18 %	70 %
Basarang (Kalteng)	7.99 ton ha ⁻¹	9.22 cmol kg ⁻¹	47 %	42 %

Keterangan: * = KK berdasarkan inkubasi dengan H₂O selama 2 minggu menunjukkan bahwa pH tanah tanpa perlakuan kapur adalah 4.5, sehingga padi pada tanah SMA Pamusiran tidak respon terhadap kapur (Tabel 2) ;

**=KK berdasarkan 100% kali nilai Al-dd KCl 1 N untuk tanah SMA Pamusiran = 6.35 ton/ha dan untuk tanah SMA Basarang = 9.22 ton/ha

Fakta ini memperkuat hipotesis bahwa metoda pengukuran KK ekuivalen 100% kali nilai Al-dd KCl 1 N tidak berlaku umum untuk semua tanah SMA, sebab garam KCl 1 N terlalu kuat. Formulasi model adalah cara lain untuk menetapkan KK yang lebih realistik. Penetapan KK secara tidak langsung dengan formulasi model sudah digunakan sejak lama, tetapi tidak berlaku umum. Penetapan KK dengan formulasi model spesifik lokasi dengan tipologi lahan SMA Belawang (Kalsel) untuk tanaman padi telah diperoleh (Al-Jabri, 2002; Lampiran 1).

Formulasi model dikonstruksi dalam persamaan regresi linear dari KK metoda inkubasi = 0.4 [-3.7050 + 1.0893 KK-Al-dd dengan KCl 0.25 N. Kemudian, takaran kapur dihitung dengan cara memasukkan nilai Al-dd KCl 0.25 N. Jadi, jumlah kapur yang diprediksi dengan formulasi model sudah mempertimbangkan sifat-sifat tanah yang dianggap paling berpengaruh, tanpa harus mengukur kemasaman tanah secara langsung.

Informasi yang harus diketahui sehubungan dengan KK, maka dipastikan dahulu bahwa % kejenuhan Ca terhadap KTK < 25% (Haby *et al.*, 1990). Jika pH tanah SMA < 4.00 dengan kejenuhan Ca < 25% dipastikan tanaman padi perlu kapur. Meskipun kejenuhan Ca ditingkatkan > 25% dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman, tetapi KK disesuaikan dengan batas pH terendah dimana tanaman padi dapat tumbuh. Sesuai dengan McLean *et al.* (1983), bahwa pH tanah berkorelasi lebih baik terhadap hasil dari pada % kejenuhan basa. Jadi, jika padi akan ditanam pada tanah SMA maka % kejenuhan Ca sekitar 25% dan pH tanah sekitar 4.50, dimana kation-kation basa tidak signifikan terhadap peningkatan hasil (Liebhardt, 1981; Sholeh *et al.*, 2001). Inovasi metoda penetapan KPF yang dimaksud adalah menetapkan takaran pupuk P melalui pendekatan kurva erapan P.

Tanaman padi varietas IR-42 pada tanah SMA di Karang Agung Ulu dengan perlakuan 1.50 ton kapur dan 140 kg P/ha menghasilkan gabah kering giling (GKG) tertinggi sebanyak 8.67 ton/ha (Tabel 4). Tanaman padi tidak

respon terhadap pupuk P jika pH tanah < 4.00. Oleh karena itu, sebelum pupuk P diberikan, pH tanah harus diketahui dahulu. Jika pH tanah 4.25 - 4.50 tanah tidak harus diberi kapur.

Tabel 4. Pengaruh pupuk P dan kapur terhadap persentase gabah hampa dan hasil GKG di Karang Agung Ulu (Sumsel), MH. 1996/97 (Sri Ratmini *et al.*, 2000).

Perlakuan*	Persentase gabah hampa (%)	Hasil GKG (ton/ha)
PoRo	30.97 c	4.32 a
PoR1	25.25 bc	6.99 b
PIR1	21.99 b	7.63 bc
P2R1	15.47 a	8.35 cd
P3R1	14.70 a	8.67 d

Keterangan: * Po, P1, P2, P3 = jumlah pupuk P yang diberikan, masing-masing 0, 0.25, 0.5 dan 0.75 x jumlah pupuk P untuk mencapai P eksternal 0.02 ppm P; Ro = tanpa diberi kapur; R1=8 ton kapur/ha.

Kedelai dapat ditanam pada tanah SMA di Basarang (Kalteng) pada akhir musim hujan dengan perlakuan 8 ton kapur dan 100 kg P ha⁻¹, dimana hasil biji tertinggi 2.12

ton/ha (Tabel 5). Kebutuhan kapur yang tinggi tersebut disebabkan menggunakan metoda inkubasi dengan rasio 1:2.5 dan pH 5.0.

Tabel 5. Rata-rata hasil biji kedelai pada perlakuan rehabilitasi dengan pupuk P dan kapur di Basarang (Kalteng) (Aribawa *et al.*, 1997).

Perlakuan	Bobot biji kedelai (ton ha ⁻¹)
RoPo	0.28 a
R1Po	1.93 b
R1P1	1.98 b
R1P2	2.12 b
R1P3	2.11 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda pada taraf nyata DMRT 0.05

Teknologi rehabilitasi lahan SMA dengan kapur dan pupuk P, dimana metoda penetapannya dengan mengencerkan larutan KCl dari 1 N menjadi KCl 0.25 N; sedangkan metoda penetapan KPF dengan kurva erapan P. Disamping itu, tata air harus dapat dikendalikan dan tanaman yang ditanam adalah varietas unggul.

Kajian beberapa varietas unggul padi pada lahan pasang surut di beberapa tempat telah didokumentasikan. Hasil padi varietas Batanghari mampu beradaptasi di masing-masing tipologi lahan pasang surut dan sangat toleran terhadap kemasaman tanah tinggi dan keracunan Fe, serta memberikan hasil tertinggi (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil kajian beberapa varietas unggul padi (ton/ha) pada beberapa tipologi lahan pasang surut di Jambi MH. 1999/2000 (Jumakir *et al.*, 2000).

Varietas	Rantau Jaya Potensial sulfida dalam	Harapan Makmur Sulfat masam potensial	Trimulyo Sulfat masam actual	Lambur II Bergambut sulfida dangkal	Sidomukti Potensial tanpa sulfida	Catur Rahayu Potensial sulfida dalam
Batanghari	4.24	3.76	2.50	2.45	6.20	4.85
Banyuasin	3.62	3.29	2.80	2.08	-	4.32
Dendang	3.12	1.45	2.08	2.40	-	-
Lalan	2.37	1.90	2.08	2.08	4.00	3.64
Lematang	2.15	2.72	-	-	4.50	3.51
IR-4	3.68	2.83	1.76	2.29	5.80	-
IR-64	2.13	0.80	1.50	1.55	-	-
Cisanggarung	-	3.18	1.76	-	-	-

Meskipun dalam penelitian ini hubungan sifat tanah SMA dengan kelapa sawit belum ada datanya, tetapi budidaya kelapa sawit pada lahan SMA cukup menjanjikan, selama pH tanahnya diatas 3.50, kedalaman pirit sekitar 50 cm, tipe luapannya termasuk tipe C, dan air tanah pada musim kemarau sekitar 40 cm. Kelapa sawit dapat ditanam pada lahan sulfat masam di Malaysia (Shamshuddin *et al.*, 2003). Penanaman kelapa sawit pada lahan SMA di Indonesia mempunyai prospek yang baik, maka hendaknya pemerintah daerah secepatnya mencarikan lokasi-lokasi yang paling sesuai untuk pengembangannya.

Agar target produksi kelapa sawit yang ditanam pada lahan SMA bongkor di daerah pasang surut mencapai keuntungan maksimal, maka beberapa persyaratan iklim dan tanah harus dipenuhi. Keadaan iklim dan tanah yang

sesuai untuk kelapa sawit di daerah pasang surut tidak berbeda dengan di daerah non pasang surut dengan beberapa kekecualian. Keadaan iklim yang diinginkan, antara lain: (1) curah hujan pada musim hujan 1500 – 2000 mm per tahun, sedangkan curah hujan pada musim kemarau tidak lebih dari tiga bulan sekitar 100 mm per bulan, (2) kelembaban relatif diatas 75%, (3) intensitas cahaya matahari paling sedikit 1500 jam per tahun, (4) suhu optimum 25 – 30 °C (De Geus, 1973). Keadaan tanah yang sesuai, antara lain: (1) kedalaman pirit > 50 cm, (2) struktur tanah baik, (3) tipe luapan pada lahan pasang surut air adalah C sehingga air mudah didrainase, (4) permeable, (5) tanah dapat ditembus akar, (6) pH > 4.30 dan aktivitas $Al^{3+} < 100 \mu M$ (De Geus, 1973; Auxtero dan Shamshuddin, 1991).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan:

1. Teknologi rehabilitasi lahan bertipologi lahan SMA untuk tanaman pangan dengan kapur berdasarkan metoda pengukuran yang akurasi dapat dipertanggungjawabkan, antara lain kapur ditetapkan berdasarkan Al dapat ditukar dengan KCl 0.25 N yang telah dimodifikasi atau dengan formulasi model:

2. Teknologi rehabilitasi lahan bertipologi lahan SMA dengan pupuk P berdasarkan kurva erapan P, hubungan pupuk P yang diberikan terhadap P larutan dalam tanah;
3. Kelapa sawit dapat ditanam pada lahan SMA dengan tipe luapan C, pH tanahnya diatas 3.50, kedalaman pirit sekitar 50 cm, tipe luapannya termasuk tipe C, dan air tanah pada musim kemarau sekitar 40 cm.

Saran:

Mengkarakterisasi wilayah yang ditargetkan untuk menentukan teknologi rehabilitasi yang sesuai:

1. Memperbaiki tata air saluran tersier, sekundair, primer, serta meningkatkan kemampuan petani untuk berpartisipasi secara aktif dalam organisasi P3A dengan melibatkan LSM;
2. Mengembangkan kelembagaan sarana produksi, pemasaran hasil, pelayanan jasa asintan, kredit usahatani.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jabri, M., Sholeh, R. W. Ladyani, A. Hamid, J. Sri Adiningsih dan IPG. Widjaja-Adhi. 1997. Penelitian uji fosfat tanah dan analisis tanaman sebagai dasar rekomendasi pemupukan sawah bukaan baru. Pros. No. 13/Pen. Tanah. Puslittanak. Badan Litbang Pertanian.
- Al-Jabri, M., Sulaini, dan Suwalan. 2000 a. Pemupukan kapur, fosfat, dan kalium pada tanaman jagung dan padi di tanah sulfat masam lahan pasang surut Jambi. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli. ISDP. Puslitbangtan. Badan Litbang. Pertanian.
- Al-Jabri, M., Maryono, M. E. Suryadi, dan K. Kusumah. S. Dwiningsih, dan Didi Ardi.. S. 2000 b. Pengaruh keberadaan mineral liat smektit terhadap pengukuran kebutuhan kapur untuk tanah sulfat masam aktual. Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Cipayung-Bogor, 31 Oktober – 2 November.
- Al-Jabri, M. 2002. Penetapan kebutuhan kapur dan pupuk fosfat untuk tanaman padi (*Oryza sativa L.*) pada tanah sulfat masam aktual Belawang (Kalimantan Selatan). Disertasi. Program Pascasarjana. UNPAD. Bandung. Formulasi Model untuk Rekomendasi Kebutuhan Kapur terhadap Tanaman Padi Sawah pada Tanah Sulfat Masam Aktual di Daerah Pasang Surut Belawang Kalimantan Selatan.
- Al-Jabri. 2002. Formulasi Model untuk Rekomendasi Kebutuhan Kapur terhadap Tanaman Padi Sawah pada Tanah Sulfat Masam Aktual di Daerah Pasang Surut Belawang Kalimantan Selatan. Belum dipublikasikan.
- Aribawa, IB., A. Supardi, M. Al-Jabri, dan IPG. Widjaja-Adhi. 1997. Rehabilitasi lahan tidur pasang surut jenis sulfat masam di Basarang. Kuala Kapuas. Kalteng. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat Bidang Kimia dan Biologi Tanah. Cisarua, Bogor, 4-6 Maret 1997.
- Auxtero, E. A. and J. Shamsuddin. 1991. Growth of oil palm (*Elaeis guinensis*) seedlings on acid sulfate soils as affected water regime and Al. *Plant and Soil*. 137: 243-257.
- De Geus, Jan G. 1973. Fertilizer guide for the tropics and subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich. Second Edition. 774 p.
- Fox, R. L., and E. J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherm for evaluating the phosphate requirements of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 902-907.
- Graspersz, V. 1991. Metoda perancangan percobaan. Penerbit. CV. ARMICO. Bandung.
- Haby, V. A., M. P. Russelle, and E. O. Skogley. 1990. Testing soils for potassium, calcium, and magnesium. In Westerman, R. L. (Ed.). *Soil testing and plant analysis*. pp: 181– 228. SSSA of Am Inc. Madison, Wisconsin. USA.
- Hasibuan, K. M. 1988. Pemodelan matematik di dalam biologi populasi. PAU-IPB bekerjasama dengan Lembaga Sumberdaya Informasi IPB.
- Joret, G., H. Malterre, and M. Cabazan. 1990. L'appréciation des besoins en chaux des sols de limon d'après leur état de saturation en bases échangeables. In Westerman, R. L. (Ed.). *Soil testing and plant analysis*. pp: 105 – 126. SSSA of Am... Inc. Madison, Wisconsin. USA.
- Jumakir, S. Suwalan, K. Bambang, dan T. Alihamsah. 2000. Kajian beberapa varietas unggul padi di lahan pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung, 25-27 Juli. ISDP. Puslitbangtan. Badan Litbang. Pertanian.
- Kamprath, E. J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 252 – 254.
- Keeny, D. R., and R. B. Corey. 1963. Factor affecting the lime requirement of Wisconsin soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 27: 277-280.
- Liebhart W. C. 1981. The basic cation saturation ratio concept of lime and potassium recommendations on Delaware's Coastal Plain Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 544-549
- McLean, E. O., R. C. Hartwig, D. J. Eckert, and G. B. Triplett. 1983. Basic cation saturation ratios as a basis for fertilizing and liming agronomic crops. II. Field studies. *Agron. J.* 75:635-639.
- Shamshuddin, J., S. R. Syed Omar and A. R. Anuar. 2003. A New Paradigm in Tropical Soil Management. Department of Land

- Management. Faculty of Agriculture Universiti Putra Malaysia. 43000 Serdang, Selangor, Malaysia. Kongres Nasional VIII Padang 21-23 Juli 2003.
- Sholeh. U. Sudiatna. dan Maryam. 2001. Nisbah kejenuhan kation basa sebagai dasar pemupukan Ca, Mg, dan K untuk padi sawah. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Cisarua-Bogor 30-31 Oktober 2001. Puslitbangtanak. Badan Litbang Pertanian.
- Sri Ratmini, NP., IGM. Subiksa. dan Komaruddin. 2000. Rehabilitasi lahan sulfat masam Karang

Agung Ulu. Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Lahan Rawa. Cipayung. 25-27 Juli. ISDP. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.

- Wade. M. K., M. Al-Jabri. and M. Sudjadi. 1986. The effect of liming on soybean yield and soil acidity parameters of three red yellow podzolic soils of West Sumatera. Jurnal Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk. 6: 1 - 8. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.

DISKUSI

Tanya : (Putu Wigena, Puslitbang Tanak)

Bagaimana efek residu kapur pada tanah sulfat masam aktual:

Jawab :

Pada lahan kering : efek residu belum ada info, tergantung cara pemberian, kalau dibenamkan pada lapisan olah, pengaruhnya lebih lama. Pada lahan pasang surut : efek segera tampak karena sering terdapat banyak air.

Tanya : (Trip Alihamsya, Balitra)

- Bagaimana perbandingan liat di daerah pasang surut ?
- Makalah agar disusun lebih sistematis sehingga sejalan antara judul, tujuan, bahan dan metoda serta pembahasan dan kesimpulan

Jawab :

Perbandingan liat 2:1 pada setiap daerah pasang surut tidak sama, makin tinggi liat 2:1, kemudian terektraksi dan rusak sehingga Al dd meningkat.

Tanya : (Yunus, Unja)

- Apa keunggulan KCl 0,25 N bila digunakan pada tanah SMA
- Berapa K Kapur untuk tanaman padi pada KCl 0,25 N
- Mineral liat mana yang dominan pada tanah SMA, bagaimana pengaruh hasil Al-dd nya
- Ekstraksi : KCl 1 N, diturunkan 0,25 N, ukuran kapurnya apa berubah ?

Jawab :

KCl 1 N : perlu dimodifikasi pada tanah sulfat masam, sebab KCl 1 N pada tanah ini sangat pekat sehingga Al dd banyak terektraksi, sehingga perlu pengeceran. Hasil penelitian pada KCl 0,25 menunjukkan korelasi yang bagus untuk tanah sulfat masam.

Tanya : (Heri Sutikno)

Tanya :

- Model berdasarkan penelitian laboratorium apa valid untuk diterapkan dilapang-an karena beberapa faktor berpengaruh belum diperhitungkan
- Penelitian di SMA Kalimantan Selatan (Belang) 8 ton/ha tidak feasible secara ekonomis, gunakan SMA untuk tanaman keras.

Jawab :

- Model memang masih dirumah kaca.
- Lahan SMA jangan ditanami tanaman pangan, informasi dari hasil penelitian ini belum disetujui oleh pemerintah.

Lampiran 1. Formulasi model $KK = 0.4 [- 3.7050 + 1.0893 \text{ Al-dd KCl } 0.25 \text{ N}]$ untuk tanah SMA Belawang, Kalimantan Selatan dengan kisaran nilai Al-dd KCl 0.25 N 3.45 – 10.30 cmol/kg.

Nilai Al-dd KCl 0.25 N (cmol/kg)	Kebutuhan Kapur (kg CaCO ₃ /ha)	Nilai Al-dd KCl 0.25 N (cmol/kg)	Kebutuhan Kapur (CaCO ₃ /ha)
2.60	0	4.55	501
2.65	0	4.60	522
2.70	0	4.65	544
2.75	0	4.70	566
2.80	0	4.75	588
2.85	0	4.80	609
2.90	0	4.85	631
2.95	0	4.90	653
3.00	0	4.95	675
3.05	0	5.00	697
3.10	0	5.05	718
3.15	0	5.10	740
3.20	0	5.15	762
3.25	0	5.20	784
3.30	0	5.25	806
3.35	0	5.30	827
3.40	0	5.35	849
3.45	21	5.40	871
3.50	43	5.45	893
3.55	65	5.50	914
3.60	87	5.55	936
3.65	108	5.60	958
3.70	130	5.65	980
3.75	152	5.70	1002
3.80	174	5.75	1023
3.85	196	5.80	1045
3.90	217	5.85	1067
3.95	239	5.90	1089
4.00	261	5.95	1111
4.05	283	6.00	1132
4.10	304	6.05	1154
4.15	326	6.10	1176
4.20	348	6.15	1198
4.25	370	6.20	1219
4.30	392	6.25	1241
4.35	413	6.30	1263
4.40	435	6.35	1285
4.45	457	6.40	1307
4.50	479	6.45	1328

Lampiran I. (Lanjutan).

Nilai Al-dd KCl 0.25 N (cmol/kg)	Kebutuhan Kapur (kg CaCO ₃ /ha)	Nilai Al-dd KCl 0.25 N (cmol/kg)	Kebutuhan Kapur (kg CaCO ₃ /ha)
6.50	1350	8.55	2243
6.55	1372	8.60	2265
6.60	1394	8.65	2287
6.65	1416	8.70	2308
6.70	1437	8.75	2331
6.75	1459	8.80	2352
6.80	1481	8.85	2374
6.85	1503	8.90	2396
6.90	1524	8.95	2418
6.95	1546	9.00	2439
7.00	1568	9.05	2461
7.05	1590	9.10	2483
7.10	1612	9.15	2505
7.15	1633	9.20	2527
7.20	1655	9.25	2548
7.25	1677	9.30	2570
7.30	1699	9.35	2592
7.35	1721	9.40	2614
7.40	1742	9.45	2636
7.45	1764	9.50	2657
7.50	1786	9.55	2679
7.55	1808	9.60	2701
7.60	1829	9.65	2723
7.65	1851	9.70	2744
7.70	1873	9.75	2766
7.75	1895	9.80	2788
7.80	1917	9.85	2810
7.85	1938	9.90	2832
7.90	1960	9.95	2853
7.95	1982	10.00	2875
8.00	2004	10.05	2897
8.05	2026	10.10	2919
8.10	2047	10.15	2941
8.15	2069	10.20	2962
8.20	2091	10.25	2984
8.25	2113	10.30	3006
8.30	2134	-	-
8.35	2156	-	-
8.40	2178	-	-
8.45	2200	-	-
8.50	2222	-	-