PENGARUH AMELIORASI DAN PEMUPUKAN K TERHADAP PARAMETER HUBUNGAN Q/I KALIUM PADA LAHAN KERING MASAM

I G.M. Subiksa , J.S. Adiningsih, Sudarsono, dan S. Sabiham

ABSTRAK

Keseimbangan pertukaran kation antara kation pada kompleks pertukaran (faktor Q) dengan kation di larutan tanah (faktor I), memainkan peranan yang sangat mendasar untuk memahami bagaimana hara menjadi tersedia untuk tanaman, tercuci atau mengalami transformasi. Penelitian laboratorium untuk mengkaji pengaruh ameliorasi dan pemupukan terhadap parameter hubungan Q/I hara K pada lahan kering masam telah dilakukan dengan menggunakan tiga jenis bahan tanah asal Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo. Penelitian menggunakan rancangan faktorial acak lengkap tiga ulangan. Faktor I adalah kombinasi tiga jenis tanah dan tiga macam ameliorasi. Faktor II adalah tiga tingkat pemupukan K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ameliorasi dengan dolomit maupun dengan terak baja, meningkatkan daya sangga tanah terhadap K (PBC^K). Peningkatan daya sangga disebabkan karena peningkatan KTK tanah dan peningkatan konsentrasi Ca dan Mg dalam larutan tanah Sebaliknya ameliorasi menurunkan ketersediaan hara K (AR^Ke) sebagai akibat dari perubahan keseimbangan hara K, Ca, dan Mg. Namun demikian, ameliorasi tidak berpengaruh terhadap K-labil kecuali pada tanah Cigudeg. Pemupukan K pada umumnya meningkatkan K mudah tersedia dan K-labil. Ketiga tanah menunjukkan derajat peningkatan ketersediaan K yang berbeda, dimana tanah dengan KTK yang lebih tinggi, peningkatannya lebih kecil dibandingkan dengan tanah dengan KTK rendah. Pemupukan K juga cenderung menurunkan daya sangga K tanah (PBC^K)

PENDAHULUAN

Kalium adalah salah satu unsur hara makro yang paling banyak diperlukan tanaman setelah N. Tanaman menyerap K dalam bentuk K terlarut yang selalu dalam keseimbangan dengan K yang terjerap dalam kompleks liat. Oleh karenanya dalam analisis ketersediaan K tanah di laboratorium, para peneliti berusaha untuk menduga keberadaan kedua bentuk K ini dengan berbagai metode ekstraksi. Namun demikian kondisi tanah yang beragam dengan berbagai jenis mineral dan kadar liat, nilai uji tanah dengan metode ekstraksi tidak selalu dapat menggambarkan ketersediaan hara untuk tanaman. Hal ini disebabkan karena ketersediaan hara tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi hara tersebut dalam larutan tanah, tapi juga oleh adanya kation pesaing dalam sistem tanah.

Keseimbangan kation dalam kompleks jerapan dan larutan tanah memainkan peranan yang sangat mendasar untuk memahami bagaimana kation hara menjadi tersedia untuk tanaman, tercuci atau mengalami transformasi secara kimiawi maupun mikrobiologi (Evangelou and Karathanasis, 1986). Salah satu pendekatan yang sering dipakai untuk memprediksi ketersediaan hara K adalah hubungan kuantitas (Q) dan intensitas (I) yang pertama kali dikembangkan oleh Beckett (1964). Hubungan Q/I kalium memiliki beberapa parameter yaitu daya sangga K (PBC^K), K-labil (ΔKo), K-terjerap spesifik (Ks) dan nisbah aktivitas K dalam keseimbangan (AR^Ke).

Ameliorasi seringkali dilakukan untuk mengurangi tingkat kemasaman tanah dan menekan keracunan Al pada lahan kering masam. Pemakaian bahan amelioran, baik kapur maupun terak baja, akan mempengaruhi keseimbangan kation dalam sistem tanah. Pemakaian dolomit akan meningkatkan konsentrasi Ca dan Mg dalam larutan tanah. Sedangkan pemakaian terak baja, selain meningkatkan konsentrasi Ca dan Mg, juga meningkatkan konsentrasi kation dari logam transisi seperti Fe, Al, dan Mn. Meningkatnya tingkat kelarutan semua kation-kation logam ini akan mengubah komposisi dan keseimbangan hara, sehingga berpotensi mengurangi aktivitas kation K. Oleh karenanya ameliorasi lahan akan berpengaruh terhadap K tersedia bagi tanaman. Namun sejauh manakah pengaruh bahan-bahan amelioran ini terhadap parameter hubungan Q/I kalium perlu diteliti lebih mendalam.

BAHAN DAN METODE

Bahan tanah diambil dari tiga lokasi terpilih yaitu Cigudeg Bogor, Kentrong Banten, dan Papanrejo Lampung Utara pada kedalaman 0 – 20 cm. Ciri kimia contoh lapisan tanah atas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Penelitian menggunakan rancangan perlakuan faktorial rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Faktor I adalah kombinasi antara tiga jenis tanah dan tiga macam ameliorasi, sedangkan faktor II adalah tiga tingkat pemupukan K. Rincian perlakuan adalah sebagai berikut :

Faktor I : C0 : Bahan tanah Cigudeg tanpa ameliorasi

C1 : Bahan tanah Cigudeg + dolomit

C2 : Bahan tanah Cigudeg + terak baja

B0 : Bahan tanah Kentrong tanpa amelioran

B1 : Bahan tanah Kentrong + dolomit

B2 : Bahan tanah Kentrong + terak baja

P0 : Bahan tanah Papanrejo tanpa ameliorasi

P1 : Bahan tanah Papanrejo + dolomit

P2 : Bahan tanah Papanrejo + terak baja

Faktor II : K0 : tanpa pemupukan K

K1 : Pupuk K 0,5 takaran untuk mencapai K-dd 0,2 cmol/kg

K2 : Pupuk K 1,0 kali takaran untuk mencapai K-dd 0,2 cmol/kg.

Bahan tanah yang telah dikeringanginkan dan diayak lolos dan ayakan 2 mm, ditimbang masing-masing 5 kg, kemudian diberi perlakuan seperti yang diuraikan di atas. Setelah diaduk secara homogen, kemudian diinkubasikan pada kadar air tingkat kapasitas lapang selama satu bulan. Selama inkubasi, tanah perlu disiram setiap saat untuk mempertahankan kadar air tetap pada kapasitas lapang. Setelah 1 bulan contoh tanah kembali dikeringanginkan untuk persiapan analisis di laboratoium. Prosedur penetapan hubungan Q/I kalium mengikuti prosedur yang dijabarkan oleh Sparks dan Leibhardt (1981). Dengan menghubungkan besarnya penambahan atau pengurangan K yang terjerap atau yang dapat ditukar sebagai faktor Q (sumbu Y) dengan nisbah aktivitas K sebagai faktor I (sumbu X), maka akan diperoleh suatu persamaan linier $Y = a + bX$ Gradien persamaan garis lurus tersebut mencerminkan daya sangga tanah terhadap K. Titik perpotongan dengan sumbu X adalah nisbah aktivitas K dalam keseimbangan yang mencerminkan K tersedia untuk tanaman. Sedangkan perpotongan garis lurus dengan sumbu Y adalah dKo yang mencerminkan K labil dalam tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tanah

Hasil analisis contoh tanah lapisan atas dari tiga jenis tanah ini dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa, ketiga bahan tanah tersebut menunjukkan adanya beberapa ciri kimia tanah yang sangat berbeda yaitu : kadar P, K, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan kejenuhan aluminium. Ciri kimia tanah lainnya umumnya tidak berbeda terlalu jauh. Semua jenis bahan tanah yang digunakan adalah bertekstur liat dan memiliki pH yang sangat rendah. Kadar P sedang di Cigudeg dan sangat rendah di Papanrejo dan Kentrong. Kadar K sedang di Kentrong dan sangat rendah di Cigudeg dan Papanrejo. KTK tanah sedang di Kentrong, rendah di Cigudeg dan sangat rendah di Papanrejo. Kejenuhan basa, tinggi di Papanrejo, sedang di Cigudeg dan sangat rendah di Kentrong. Kejenuhan Al, rendah di Papanrejo, sedang di Cigudeg, dan tinggi di Kentrong.

Kondisi kemasaman tanah yang tinggi semacam ini akan menghambat pertumbuhan tanaman, terutama bila diikuti oleh kejenuhan Al yang tinggi. Untuk mengurangi tingkat kemasaman dan kejenuhan Al, maka pH tanah perlu ditingkatkan menjadi 5,5. Untuk meningkatkan pH tanah ke tingkat tersebut diperlukan jumlah amelioran seperti pada Tabel 2. Ameliorasi dengan dolomit dan terak baja meningkatkan pH dari 4,42 menjadi 4,97 dan 4,90 pada tanah Cigudeg, dari 4,39 menjadi 5,12 dan 5,08 pada tanah Kentrong, dan dari 4,49 menjadi 5,17 dan 5,16 pada tanah Papanrejo. Ameliorasi juga meningkatkan kation-kation basa, khususnya Ca dan Mg yang dapat ditukar dan disertai dengan menurunnya kelarutan Al.

Tabel 1. Hasil analisis contoh tanah komposit lapisan atas (0 – 20 cm) dari tiga jenis tanah lahan kering masam

Ciri fisik/kimia tanah	Satuan	Asal lokasi contoh tanah		
		Cigudeg	Kentrong	Papanrejo
Tekstur tanah :				
Pasir	%	7	5	17
Debu	%	9	33	13
Liat	%	84	62	70
pH tanah :				
H_2O (1 : 5)		4,3	4,2	4,5
KCl (1 : 5)		4,0	3,8	4,2
Bahan organik :				
C	%	1,78	2,10	1,61
N	%	0,20	0,22	0,15
C/N		9	10	11
P_2O_5 :				
Ekstrak HCl 25%	mg/100g	38	10	5
Ekstrak Bray 1	ppm	5,7	1,0	1,4
K_2O (Ekstrak HCl 25%)	mg/100g	5	16	5
NTK (NH_4-acetat 1N pH7):				
Ca	cmol(+)/kg	2,80	3,09	2,65
Mg	cmol(+)/kg	0,75	0,82	0,72
K	cmol(+)/kg	0,05	0,21	0,05
Na	cmol(+)/kg	0,17	0,13	0,09
Jumlah	cmol(+)/kg	3,77	4,25	3,51
KTK :				
NH_4-acetat 1N, pH7	cmol(+)/kg	11,04	23,40	7,87
NH_4Cl	cmol(+)/kg	7,11	14,57	4,04
Kejenuhan basa	%	34	18	45
Al^{3+} (KCl 1N)	cmol(+)/kg	1,78	11,23	0,61
H+ (KCl 1N)	cmol(+)/kg	0,26	1,73	0,24
Kejenuhan Al	%	30,1	65,3	13,9

Tabel 2. Takaran amelioran dan pengaruhnya terhadap pH tanah pada 3 jenis bahan tanah setelah inkubasi 1 bulan

Jenis tanah	Kontrol		Dolomit		Terak baja	
	Takaran	pH	Takaran	pH	Takaran	pH
	.... t/ha					
Cigudeg	0	4,42	2,2	4,97	3,4	4,90
Kentrong	0	4,39	4,2	5,12	6,5	5,08
Papanrejo	0	4,49	1,4	5,17	2,2	5,16

Pengaruh amelioran terhadap parameter hubungan Q/I.

Daya sangga tanah

Daya sangga tanah (PBC^K) menunjukkan kemampuan tanah untuk mempertahankan jumlah hara K dalam larutan tanah. Ameliorasi dengan dolomit dan terak baja nyata meningkatkan nilai PBC^K baik untuk tanah Cigudeg, Kentrong maupun Papanrejo (Tabel 3). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian. .Sparks dan Leibhardt (1982) dan Kasno (2002). Pada tanah tanpa amelioran, rata-rata nilai PBC^K 26,35; 46,17; dan 13,58 cmol/kg $(mol./L)^{1/2}$ masing-masing untuk tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo. Variasi nilai PBC^K terjadi karena perbedaan nilai KTK yaitu semakin tinggi KTK, maka semakin tinggi pula daya sangga tanahnya. Seperti telah dijelaskan bahwa, ketiga tanah didominasi oleh liat kaolinit yang memiliki muatan tergantung pH. Ameliorasi meningkatkan pH tanah dan mendorong terjadinya peningkatan muatan permukaan sehingga KTK tanah juga meningkat. Uehara dan Gilman (1981) menyatakan bahwa, peningkatan pH pada tanah dengan muatan yang tergantung kepada pH tidak akan besar, karena deprotonasi hidroksil akan menyangga perubahan pH tanah.

Peningkatan PBC^K tidak hanya disebabkan oleh meningkatnya nilai KTK. Pada tanah Kentrong, ameliorasi tidak meningkatkan KTK tanah dan tidak ada korelasinya dengan PBC^K yang tetap lebih tinggi dibandingkan dengan tanah tanpa ameliorasi. Hal ini disebabkan karena ameliorasi dengan dolomit dan terak baja akan meningkatkan kelarutan Ca dan Mg, sehingga nisbah aktivitas K/Ca+Mg menurun, sehingga meningkatkan kemiringan kurva linier. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Kasno (2002) pada tanah Ultisol Lampung yang menunjukkan bahwa dengan penambahan 145 ppm Ca dalam bentuk $CaCl_2$, nilai PBC^K meningkat dari kisaran 26,1 sampai 34,5 cmol(+)/kg $(mol/L)^{1/2}$. menjadi 57 sampai 60,3 cmol(+)/kg $(mol/L)^{1/2}$. Secara teoritis penambahan $CaCl_2$ tidak akan mengubah pH, tapi meningkatkan aktivitas Ca.

Tabel 3. Pengaruh jenis amelioran terhadap parameter hubungan Q/I K pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo.

Asal Tanah	Ameliorasi	pH	Parameter Hubungan Q/I			
			K-labil	K-spesifik	Daya sangga	K-tersedia
Cigudeg	Tanpa amel.	4,42	0,032	0,108	26,35	0,0012
	Dolomit	4,97	0,019	0,120	42,25	0,0004
	Terak baja	4,90	0,023	0,070	35,98	0,0006
Kentrong	Tanpa	4,39	0,234	0,259	46,17	0,0051
	Dolomit	5,12	0,222	0,232	60,30	0,0037
	Terak baja	5,08	0,196	0,155	62,13	0,0032
Papanrejo	Tanpa	4,49	0,084	-	13,58	0,0062
	Dolomit	5,17	0,078	-	26,97	0,0029
	Terak baja	5,16	0,074	-	27,93	0,0027

K- labil dan K-spesifik

Titik perpotongan garis persamaan hubungan Q/I K dengan sumbu Y dikenal sebagai K-labil (dilambangkan dengan ΔKo). Nilai K-labil seringkali diinterpretasikan sebagai K yang dapat dipertukarkan. Hasil penelitian korelasi, K-labil memang berkorelasi amat ,nyata dengan K terekstrak amonium asetat maupun Mehlich I. Ameliorasi dengan dolomit dan terak baja pada perlakuan tanpa K, cenderung menurunkan K-labil. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pengapuran akan meningkatkan K-labil (Sparks and Leibhardt, 1981). Tapi hasil penelitian Kasno (2002) mendukung hasil penelitian ini yaitu pada tanah Ultisol Lampung penambahan Ca menurunkan nilai K-labil. Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan penambahan dolomit atau terak baja, sebagian dari kation K yang terjerap pada kompleks jerapan akan digantikan oleh Ca dan Mg. Hal ini terbukti dengan meningkatnya Ca-dd dan Mg-dd, serta menurunnya K-dd. Pada tanah Kentrong, peningkatan Ca-dd dan Mg-dd tidak diikuti dengan penurunan K-dd, karena KTK tanah cukup besar. Dibandingkan dengan terak baja, ameliorasi dengan dolomit mengakibatkan penurunan K-labil yang lebih besar. Hal ini karena kelarutan dolomit lebih mudah larut dibandingkan terak baja.

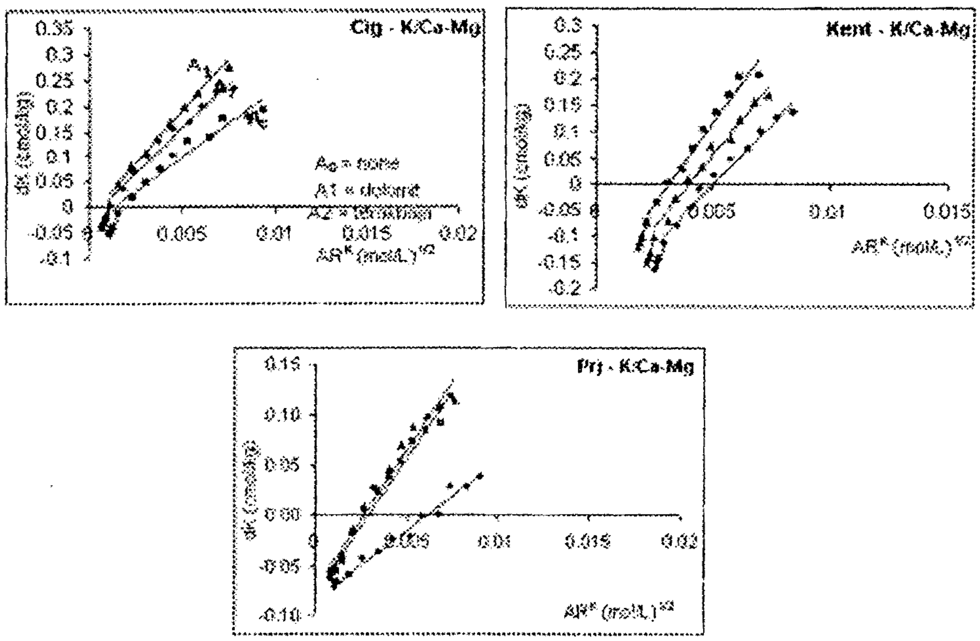
Pada tanah yang diberi pupuk K, ameliorasi tidak menurunkan K-labil, bahkan untuk tanah Cigudeg cenderung mengalami peningkatan. Dalam hal ini, yang berlaku adalah hukum aksi massa, dimana penambahan Ca dan Mg diimbangi dengan penambahan K, sehingga proporsi ketiga kation ini relatif tetap. Sedangkan ameliorasi tanah yang tanpa diikuti dengan pemupukan K, akan memicu terjadinya aksi massa Ca dan Mg terhadap K sehingga Ca dan Mg akan menempati tapak erapan.

K yang terjerap secara spesifik (K-spesifik) hanya ditemukan pada tanah Cigudeg dan Kentrong, sedangkan pada tanah Papanrejo tidak ada jerapan spesifik. Hal ini disebabkan karena KTK tanah Papanrejo sangat rendah, sehingga tidak ada tapak jerapan spesifik. Berbeda dengan K-labil, K-spesifik tidak menunjukkan pola respon yang konsisten. Dengan dolomit, K-spesifik pada tanah Cigudeg meningkat, tapi dengan terak baja justru turun. Sedangkan pada tanah Kentrong, penambahan dolomit maupun terak baja menurunkan K-spesifik.

Nisbah aktivitas K dalam keseimbangan (AR^Ke)

Nisbah aktivitas K dalam keseimbangan (AR^Ke), yaitu titik perpotongan kurva linier dengan sumbu X selanjutnya disebut aktivitas K saja. Ameliorasi dengan dolomit maupun dengan terak baja, sangat nyata menurunkan aktivitas K pada tanah Cigudeg dan Papanrejo. Sedangkan pada tanah Kentrong, tingkat penurunan K tersedia tidak terlalu besar, dibandingkan dua tanah lainnya. Penambahan dolomit pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo mengakibatkan penurunan K tersedia masing-masing 62%, 25% dan 52%. Hal ini disebabkan karena dolomit dapat meningkatkan KTK yang bersumber dari muatan tergantung pH. Dengan adanya penambahan muatan tersebut maka keseimbangan K dalam kompleks jerapan dan larutan tanah akan beralih ke kompleks jerapan. Penurunan K-tersedia terjadi secara konsisten pada tanah yang dipupuk maupun yang tidak dipupuk dengan K.

Penambahan terak baja pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo mengakibatkan penurunan K tersedia masing-masing sebesar 46%, 28% dan 58%.



Gambar 1. Pengaruh amelioran terhadap hubungan Q/I K pada tiga jenis tanah asal Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo.

Pengaruh pemupukan K terhadap parameter hubungan Q/I

Data pengaruh pemupukan K pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo pada perlakuan tanpa amelioran serta nisbah aktivitas K/Ca-Mg dapat dilihat pada Tabel 4. Pemupukan K sangat berpengaruh terhadap K-labil dan K-mudah tersedia. K-labil adalah bentuk K yang ada pada kompleks jerapan dan yang ada pada larutan tanah. Sedangkan K-tersedia adalah bentuk K yang ada pada larutan tanah. Pemupukan K meningkatkan K-labil dan K-mudah tersedia. Peningkatan K-labil dan K-mudah tersedia proporsional dengan takaran K yang diberikan, yaitu makin tinggi takaran pemupukan semakin tinggi pula K-labil dan K-tersedia. Dengan pemupukan K maka garis linier pada kurva hubungan Q/I akan bergeser ke kanan. Pola peningkatan K-labil dan K-tersedia pada masing-masing jenis tanah berbeda satu sama lain. Pada tanah Papanrejo, yang memiliki

KTK rendah, K-labil dan K-mudah tersedia meningkat tajam setelah pemberian K, sedangkan pada tanah Kentrong, yang memiliki KTK tinggi, peningkatannya jauh lebih kecil.

Tabel 4. Pengaruh pemupukan K terhadap parameter hubungan Q/I K pada tanah Cigudeg, Kentrong dan Papanrejo tanpa amelioran serta nisbah aktivitas K/Ca-Mg

Asal tanah	Takaran K	Parameter hubungan Q/I			
		K-labil	K-spesifik	Daya sangga	K-tersedia
Cigudeg	0	0,032	0,108	26,35	0,0012
	40	0,071	0,126	22,93	0,0031
	80	0,165	0,081	22,31	0,0074
Kentrong	0	0,234	0,259	46,17	0,0051
	26	0,256	0,190	37,74	0,0068
	52	0,284	0,240	34,28	0,0083
Papanrejo	0	0,084	-	13,58	0,0062
	45	0,187	-	14,08	0,0133
	90	0,269	-	13,55	0,0199

Kecuali pada tanah Papanrejo, pemupukan K cenderung menyebabkan penurunan daya sangga tanah, baik pada kondisi tanpa amelioran maupun dengan amelioran dolomit dan terak baja. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pemupukan K akan meningkatkan kejenuhan K pada kompleks jerapan, sehingga daya mengikat K serta kemampuannya menyangga perubahan K dalam larutan menjadi semakin berkurang (Mutscher, 1995). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Beckett (1964) bahwa kejenuhan K akan menurunkan PBC^K. Tetapi beberapa hasil dari penelitian menunjukkan pemupukan K tidak berpengaruh terhadap PBC^K (Le Roux and Sumner, 1968 and Spark and Leibhardt, 1982).

Untuk kasus tanah Papanrejo ini ada relevansinya dengan penelitian Uehara dan Gillman (1981) yang menyatakan bahwa pemberian K akan meningkatkan konsentrasi elektrolit dan muatan negatif permukaan karena pelepasan H gugus hidroksil (deprotonasi). Karena tanah Papanrejo didominasi kaolinit yang memiliki muatan variabel, maka pengaruh peningkatan muatan lebih kuat, sehingga PBC^K meningkat.