HUBUNGAN NISBAH K/Ca DALAM LARUTAN TANAH DENGAN DINAMIKA HARA K PADA ULTISOL DAN VERTISOL LAHAN KERING

Relationship between K/Ca Ratios in the Soil Solution with the Dynamic of K in Ultisol and Vertisol of Upland Area

A. Kasno[1]*, A. Rachim[2†], Iskandar[2] dan J. Sri Adiningsih[1]

[1]Staf Peneliti Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Jl. Ir H. Juanda No. 98, Bogor 16123
[2]Staf Pengajar Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

ABSTRACT

The objectives of this experiment were: (1) to study the effect of K and Ca fertilization on the dynamic of K, (2) to study the relationship between the dynamic of K in the soils with corn growth, and (3) to determine the optimum K requirement on different K/Ca ratio in the soil solution. Ultisol and Vertisol from upland area were used for the study. The determination of K and Ca dosage was based on the maximum soil sorption. The experiment was carried out in greenhouse using the factorial randomized complete design with three replications. Four levels K dosage and three levels Ca dosage were applied in the experiment. The C-7 hybrid of corn was selected as indicator plant. The result showed that adding of K and Ca increased the dry weight of plant in both Ultisol and Vertisol. In Ultisol, adding of K increased the amount of exchangeable Ca, Mg and K, and water-extracted K, whereas adding of Ca increased the exchangeable Ca and Mg and water-extracted K. The optimum K requirement for Ultisol was 58 mg kg^{-1} for K/Ca ratio <0.03 and 88 mg kg^{-1} for K/Ca ratio >0.03. In Vertisol, adding of K increased the exchangeable and water-extracted K, while adding of Ca increased both exchangeable and water-extracted Ca and Mg. The optimum K requirement was 55 mg kg^{-1} for K/Ca ratio <0.03 and 171 mg kg^{-1} for K/Ca ratio >0.03. Water-extracted Ca and Mg showed a negative relationship with K/Ca ratio both in Ultisol and Vertisol. Positive relationship between K/Ca ratios with water-extracted K was found in Ultisol, and with both exchangeable and water-extracted K in Vertisol. The increasing of K/Ca ratio increased the critical level of exchangeable K and water-extracted K.

Key words: *K/Ca ratio, K dynamic, soil solution, Ultisol, upland, Vertisol*

PENDAHULUAN

Kalium merupakan salah satu hara makro bersama N dan P yang dibutuhkan oleh tanaman. Di daerah tropika beriklim basah, total K dalam tanah tergolong rendah, karena kadar K dalam tanah secara alami rendah, pelapukan yang cepat dan pencucian basa-basa yang tinggi.

Kalium di dalam tanah berada dalam larutan tanah, berikatan dengan muatan negatif permukaan partikel dan dalam struktur mineral. Grimme (1985) menyatakan bahwa keseimbangan K dalam larutan tanah tergantung pada K dapat dipertukarkan (K-dd), pH, dan jumlah dan jenis mineral liat. Kation-kation lain dalam tanah dan hara K yang ditambahkan maupun yang terangkut oleh tanaman juga berpengaruh terhadap ketersediaan K dalam tanah. Ritchey (1979) menyampaikan bahwa kation lain yang berpengaruh adalah Al^{3+} dan Mn^{2+} pada tanah-tanah masam, serta Rb^{+}, Na^{+} dan NH_4^{+} yang bermuatan sama dan berukuran atom hampir sama dengan K^{+}. Selain itu juga ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dapat bersaing secara efektif dengan K dalam kompleks jerapan. Menurut McLean (1977) perbandingan ideal antara Ca, Mg, K dan H dalam kompleks jerapan adalah 65, 10, 5 dan 20%.

Ketersediaan K dalam tanah tergantung dari penambahan dan pengurangan hara tersebut di dalam tanah. Serapan K oleh tanaman dipengaruhi secara antagonis oleh serapan Ca dan Mg dan dipengaruhi secara sinergis oleh pemupukan N. Pada tanaman jagung, nisbah serapan hara N, P dan K adalah 1:0.42:2.85 (Lei *et al.*, 2000). Kalium yang ditambahkan maupun yang diangkut oleh hasil tanaman berpengaruh terhadap dinamika K dalam tanah, yang selanjutnya mempengaruhi ketersediaan K bagi tanaman. Hara K dalam tanah bertambah dari pemupukan, pengembalian sisa panen, dan pelepasan dari K yang tidak tersedia atau difiksasi. Pengembalian sisa panen dapat mempertahankan K tanah di atas batas kritis (Dierolf dan Yost, 2000). Hara K juga cukup tersedia pada periode dengan curah hujan cukup dan berada di bawah optimum pada periode kering (Grimme, 1985).

Ultisol dan Vertisol mempunyai tipe mineral liat penyusun tanah yang berbeda dan berpengaruh terhadap perilaku K. Ultisol didominasi oleh mineral liat tipe 1:1 kaolinit, dan memiliki pH, KTK, kadar K dan kadar bahan organik yang tergolong rendah, serta kejenuhan Al yang tinggi. Vertisol merupakan tanah yang didominasi oleh tipe liat 2:1 smektit, bersifat netral dan memiliki KTK dan K-dd yang tinggi. Namun demikian kadar K terekstrak HNO_3 dan

* Penulis untuk korespondensi; † Almarhum

K yang dilepaskan oleh tanah ini termasuk sedang (Bhonsle *et al.*, 1992).

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mempelajari pengaruh pemupukan K dan Ca terhadap dinamika hara K pada Ultisol dan Vertisol, (2) mempelajari hubungan antara dinamika hara K tanah terhadap pertumbuhan jagung, dan (3) mencari kebutuhan K optimum pada berbagai rasio K/Ca dalam larutan tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah dan Rumah Kaca Puslitbangtanak, Bogor pada bulan Januari - Juni 2002. Penelitian menggunakan contoh tanah Ultisol dari Jagang, Lampung Utara dan Vertisol dari Cangakan, Padas, Ngawi. Contoh tanah dikeringanginkan, ditumbuk, diayak dan selanjutnya sebelum diberi perlakuan dianalisis sifat-sifat fisik dan kimianya.

Takaran pupuk K untuk percobaan di rumah kaca ditentukan dengan analisis kurva erapan model Langmuir (Fox dan Kamprath, 1970; Syers *et al.*, 1973), sedangkan takaran pupuk Ca ditentukan berdasarkan kadar Ca maksimum dalam larutan tanah yang diperoleh dari grafik hubungan antara Ca yang ditambahkan dengan Ca dalam larutan tanah. Percobaan rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diujicobakan merupakan kombinasi empat tingkat pemupukan K dan tiga tingkat pemupukan Ca. Takaran K adalah 0, ¼, ½ dan 1 kali erapan K maksimum, dan takaran Ca adalah 0, ½ dan 1 kali Ca yang ditambahkan untuk mencapai Ca terlarut maksimum.

Percobaan di rumah kaca menggunakan 2 kg contoh tanah yang dimasukkan ke dalam pot, kemudian ditambah pupuk KCl dan $CaCl_2$ sesuai perlakuan. Selain pupuk KCl dan $CaCl_2$, setiap pot ditambah pupuk setara 300 kg Urea ha^{-1} dan 200 kg SP-36 ha^{-1} sebagai pupuk dasar. Pupuk KCl, $CaCl_2$, urea dan SP-36 diberikan sehari sebelum tanam. Kadar air tanah dipertahankan pada kondisi kapasitas lapang dengan air bebas ion. Benih jagung varietas hibrida C-7 ditanam 3 biji pot^{-1}. Tanaman jagung dipanen setelah berumur 6 minggu setelah tanam dengan memotong tanaman bagian atas. Tanaman dikeringkan selama 48 jam dalam oven dengan suhu 70° C dan ditimbang. Contoh tanah diambil pada setiap perlakuan, dikeringkan dan diayak dengan ayakan berukuran 2 mm. Parameter yang dianalisis adalah kation-kation dapat dipertukarkan Ca, Mg, K dan Na yang diekstrak dengan NH_4OAc N pH 7, dan juga Ca, Mg dan K yang diekstrak dengan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah Percobaan

Ultisol dari Jagang, Lampung Utara memiliki tekstur lempung, bersifat masam, dan memiliki kadar C-organik, K terekstrak HCl 25% dan K terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 yang tergolong rendah (Tabel 1). Perbandingan jumlah Ca, Mg, K dan H dalam kompleks jerapan tanah ini berturut-turut 74, 18, 4 dan 4%. Jenis mineral liat Ultisol dari Jagang didominasi oleh liat tipe 1:1 kaolinit (Prasetyo *et al.*, 1997; Prasetyo dan Kasno, 2001). Vertisol dari Ngawi memiliki tekstur liat dan bersifat agak masam dengan kadar C-organik, K terekstrak HCl 25% dan NH_4OAc *N* pH 7 termasuk rendah. Perbandingan jumlah Ca, Mg, K dan H dalam kompleks jerapan tanah ini berturut-turut 82, 18, 0.2 dan 0.1%.

Tabel 1. Sifat-sifat Ultisol dari Jagang, Lampung Utara dan Vertisol dari Cangakan, Ngawi

Sifat Tanah		Ultisol	Vertisol
Tekstur		Lempung	Liat
pH H_2O (1:1)		4.5	5.9
Ekstrak HCl 25%			
K_2O	(*mg* kg^{-1})	50	70
Ekstrak NH_4Oac *N* pH 7			
Ca	(*cmol(+)* kg^{-1})	1.46 (74%)	36.61(82%)
Mg	(*cmol(+)* kg^{-1})	0.35 (18%)	7.88 (18%)
K	(*cmol(+)* kg^{-1})	0.07 (4%)	0.10 (0.2%)
Na	(*cmol(+)* kg^{-1})	0.02	0.31
KTK	(*cmol(+)* kg^{-1})	4.05	58.42
KB	(%)	47	77
Ekstrak KCl *N*			
Al^{3+}	(*cmol(+)* kg^{-1})	0.65	0.00
H^+	(*cmol(+)* kg^{-1})	0.08 (4%)	0.06 (0.1%)

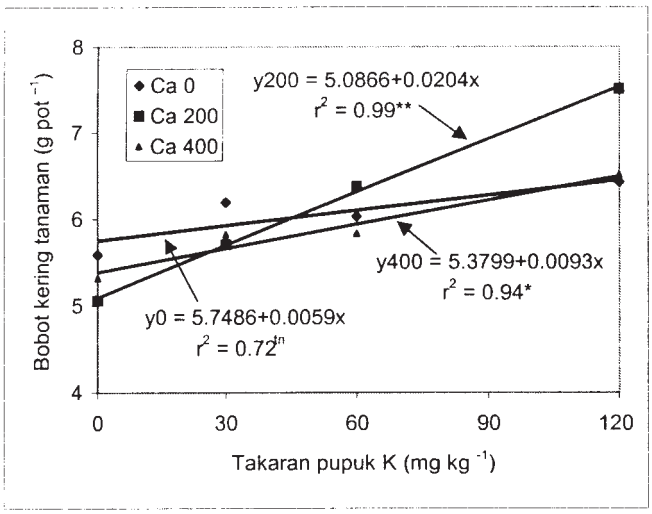
Takaran pupuk K untuk percobaan rumah kaca ditentukan berdasarkan erapan maksimum. Erapan K maksimum untuk Ultisol diperoleh sebesar 122 mg K kg^{-1} dan Vertisol 372 mg K kg^{-1}, sehingga takaran K pada percobaan rumah kaca untuk Ultisol ditetapkan 0, 30, 60 dan 120 mg K kg^{-1} tanah, sedangkan untuk Vertisol 0, 100, 200 dan 400 mg K kg^{-1}. Kandungan kalsium maksimum dalam larutan tanah Ultisol dan Vertisol dicapai dengan penambahan 400 mg Ca kg^{-1} tanah, sehingga takaran Ca untuk kedua tanah ditentukan 0, 200 dan 400 mg Ca kg^{-1}.

Perbedaan erapan K maksimum pada Vertisol dan Ultisol diduga dipengaruhi oleh perbedaan jenis dan jumlah mineral liat, tekstur, serta status dan kejenuhan kation dalam tanah. Mineral liat berkaitan dengan KTK dan luas permukaan spesifik. Tanah dengan KTK dan luas permukaan spesifik yang tinggi akan menyebabkan erapan K lebih tinggi pula.

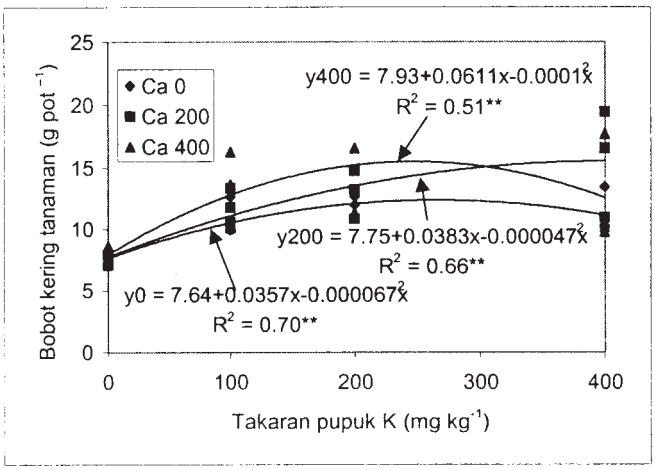
Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Bobot Kering Tanaman

Pemupukan K pada Ultisol nyata meningkatkan bobot kering tanaman secara linier (Gambar 1). Hal ini berarti dosis pemupukan K yang dicoba belum dapat mencapai hasil bobot kering tanaman maksimum. Pemupukan K nampak menurunkan nilai a, berarti pemupukan Ca tanpa pemupukan K akan menurunkan bobot kering tanaman. Diduga penambahan Ca tanpa pemupukan K menyebabkan hara K menjadi kurang tersedia bagi tanaman atau kejenuhan K menjadi lebih rendah. Namun penambahan Ca terlihat meningkatkan nilai b pada pemupukan K, ini berarti penambahan Ca mampu meningkatkan respon tanaman terhadap pemupukan K.

Pemupukan K pada Vertisol pada semua tingkat penambahan Ca meningkatkan bobot kering tanaman sesuai persamaan kuadratik (Gambar 2). Takaran pupuk K maksimum pada pemupukan 0, 200 dan 400 mg Ca kg^{-1} berturut-turut adalah 266, 407 dan 305 mg K kg^{-1} dan bobot kering tanaman yang diperoleh berturut-turut 12.40; 15.55 dan 17.26 g pot^{-1}. Hal ini berarti penambahan Ca pada pemupukan K meningkatkan bobot kering tanaman maksimum.



Gambar 1. Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Bobot Kering Tanaman pada Ultisol



Gambar 2. Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Bobot Kering Tanaman pada Vertisol

Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Kation Dapat Dipertukarkan

Pemupukan K dan Ca berpengaruh terhadap jumlah Ca terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 pada tanah Ultisol (Tabel 2). Penambahan Ca nyata meningkatkan jumlah Ca dapat dipertukarkan (Ca-dd) pada semua tingkat pemupukan K. Pada 0 mg Ca kg^{-1} pemupukan K juga meningkatkan Ca-dd, akan tetapi pada penambahan 200 mg Ca kg^{-1}, pemupukan 30 dan 60 mg K kg^{-1} cenderung menurunkan Ca-dd, dan kemudian meningkat kembali pada pemupukan dengan takaran 120 mg K kg^{-1}. Pada pemupukan 400 mg Ca kg^{-1}, pemupukan K tidak meningkatkan kadar Ca-dd, diduga Ca yang terekstrak berasal dari pupuk Ca yang ditambahkan.

Tabel 2. Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Ca Terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 pada Ultisol

Takaran K (*mg K kg^{-1}*)	Takaran Ca (*mg Ca kg^{-1}*)		
	0	200	400
	(*cmol(+) kg^{-1}*)		
0	1.60 b*	2.52 ab	3.45 a
30	1.75 ab	2.20 c	3.32 a
60	1.65 b	2.37 bc	3.32 a
120	1.90 a	2.70 a	3.38 a

Keterangan: *Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji Duncan

Pemupukan K meningkatkan jumlah K-dd, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah Na-dd dan Mg-dd (Tabel 3). Baru pada pemupukan K dengan takaran tinggi (120 mg K kg^{-1}) jumlah Mg-dd meningkat. Hal ini diduga karena aksi masa dari penambahan pupuk K yang tinggi dapat mendesak Mg dari kompleks pertukaran. Penambahan Ca dapat meningkatkan jumlah Mg-dd, tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah K-dd dan Na-dd (Tabel 3). Hal ini diduga karena jumlah K-dd dan Na-dd yang terekstrak merupakan jumlah yang sudah maksimum

Tabel 3. Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Mg, K dan Na Terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 pada Ultisol

Takaran	Mg	K	Na
		(*cmol(+) kg^{-1}*)	
K (*mg kg^{-1}*)			
0	0.29 b*	0.11 d	0.13 a
30	0.29 b	0.12 c	0.12 a
60	0.27 b	0.13 b	0.12 a
120	0.37 a	0.14 a	0.15 a
Ca (*mg kg^{-1}*)			
0	0.27 b	0.13 a	0.13 a
200	0.30 ab	0.13 a	0.13 a
400	0.35 a	0.13 a	0.12 a
K.K.** (%)	12.2	5.9	36.1

Ketetangan: * Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji Duncan; **K.K. = Koefisien Keragaman

Pemupukan K pada Vertisol tidak berpengaruh terhadap peningkatan jumlah Ca-dd, Mg-dd dan Na-dd, tetapi meningkatkan jumlah K-dd, sedangkan penambahan Ca meningkatkan Ca-dd, Mg-dd dan Na-dd, tetapi tidak meningkatkan jumlah K-dd (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Kation Terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 pada Vertisol

Takaran	Ca	Mg	K	Na
		(*cmol(+) kg^{-1}*)		
K (*mg kg^{-1}*)				
0	41.51 a*	10.57 a	0.22 d	0.82 a
100	41.86 a	10.81 a	0.29 c	0.87 a
200	42.01 a	11.15 a	0.34 b	0.85 a
400	41.54 a	11.24 a	0.53 a	0.83 a
Ca (*mg kg^{-1}*)				
0	40.73 b	10.52 b	0.36 a	0.80 b
200	41.64 b	10.94 ab	0.36 a	0.86 ab
400	42.83 a	11.37 a	0.32 a	0.87 a
K.K**. (%)	3.10	8.10	13.30	9.40

Keterangan: * Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji Duncan; **K.K. = Koefisien Keragaman

Pengaruh Pemupukan K dan Ca terhadap Kation-kation Terekstrak Air

Selain diekstrak dengan NH_4OAc *N* pH 7, kation-kation dalam tanah juga diekstrak dengan air bebas ion. Pada Ultisol pemupukan K tidak meningkatkan jumlah Ca dan Mg, namun meningkatkan jumlah K terekstrak air (Tabel 5). Hal ini berarti bahwa pemupukan K tidak mampu mempertukarkan kation bervalensi dua (Ca dan Mg), sehingga dalam larutan tanah hara tersebut tidak meningkat. Pada Vertisol, pemupukan 400 mg K kg^{-1} dapat meningkatkan jumlah Ca, Mg dan K terekstrak air (Tabel 5). Pemupukan K takaran tinggi terlihat dapat meningkatkan jumlah kation dalam larutan tanah, yang berarti kation-kation bervalensi tinggi dapat dipertukarkan dengan penambahan kation bervalensi satu dengan takaran tinggi.

Nilai r korelasi antara K terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 dengan K terekstrak air adalah 0.49. Hal ini berarti terdapat keseimbangan antara K dapat dipertukarkan (K-dd) dengan K terekstrak air. K-dd dan K terekstrak air berkorelasi dengan bobot kering tanaman. Nilai r korelasi antara K-dd dan K terekstrak air dengan bobot kering tanaman berturut-turut adalah 0.55 dan 0.38. Nilai r tersebut di atas memperlihatkan bahwa K-dd lebih berperan daripada K terekstrak air terhadap pertumbuhan tanaman jagung.

Nisbah K/Ca merupakan perbandingan antara K dan Ca terekstrak air. Nisbah K/Ca nyata dipengaruhi oleh jumlah Ca, Mg dan K terekstrak air (Tabel 6). Peningkatan jumlah Ca dan Mg terekstrak air dapat menurunkan nisbah K/Ca, sedangkan peningkatan K terekstrak air dapat meningkatkan nisbah K/Ca. Hal ini berarti penambahan Ca dan K berpengaruh terhadap kadar Ca dan K dalam larutan tanah.

Hubungan bobot kering tanaman dengan nisbah K/Ca pada Ultisol dipelajari dengan kurva linier plato, sedangkan pada Vertisol dengan metoda *Cate Nelson* (Nelson dan Anderson, 1977). Bobot kering tanaman optimum pada Ultisol dicapai pada nisbah K/Ca 0.023 dan pada Vertisol dicapai pada nisbah K/Ca 0.029 (Gambar 3).

Tabel 5. Pengaruh Pemupukan K terhadap Jumlah Ca, Mg dan K Terekstrak Air pada Ultisol dan Vertisol

Takaran K (*mg kg^{-1}*)	Ca	Mg	K
		(*cmol(+) kg^{-1}*)	
Ultisol			
0	5.03 a*	0.91 a	0.066 c
30	5.30 a	0.98 a	0.109 b
60	5.61 a	0.86 a	0.122 b
120	5.34 a	1.00 a	0.160 a
K.K. (%)	12.40	17.60	33.70
Vertisol			
0	6.52 b	0.19 b	0.12 b
100	6.13 b	0.17 b	0.15 b
200	7.35 ab	0.24 b	0.23 b
400	8.55 a	0.30 a	0.58 a
K.K.** (%)	23.90	30.60	49.20

Keterangan: *Angka dalam kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji Duncan; **K.K. = Koefisien Keragaman

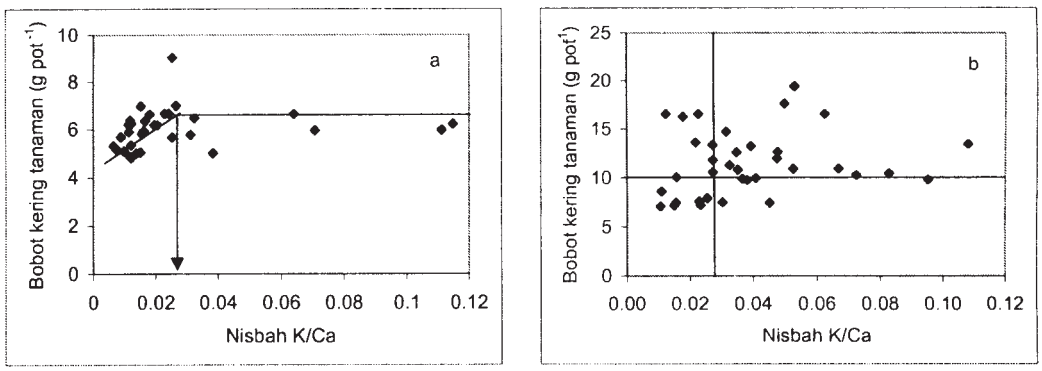
Tabel 6. Persamaan Regresi Hubungan K/Ca dengan Ca, Mg dan K Terekstrak Air pada Ultisol

Kation	Persamaan regresi	r^2
Ca larut air	K/Ca = 0.0895 – 0.00958 Ca	0.49
Mg larut air	K/Ca = 0.0864 – 0.0511 Mg	0.34
K larut air	K/Ca = - 0.0301 + 0.600 K	0.48

Pada Vertisol nisbah K/Ca tidak dipengaruhi oleh Ca dan Mg larut dalam air, tetapi sangat nyata dipengaruhi K-dd dan K terekstrak air (Tabel 7). Dengan demikian pada Vertisol hara K lebih dibutuhkan daripada hara Ca.

Nisbah K/Ca semakin tinggi seiring dengan meningkatnya batas kritis hara K, baik K terekstrak air maupun terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 (Gambar 4). Pada nisbah K/Ca <0.03, batas kritis hara K terekstrak air adalah 0.10 cmol K kg^{-1}, dan pada nisbah K/Ca >0.03 batas kritis K adalah 0.139 cmol kg^{-1}.

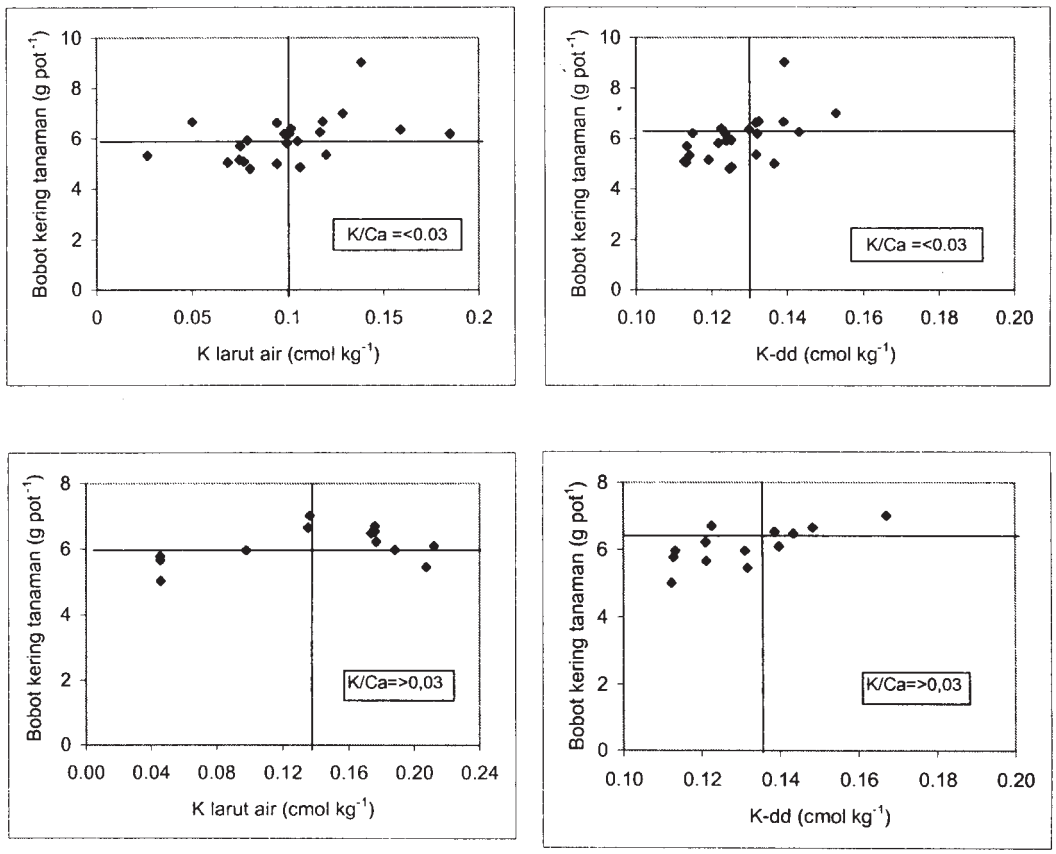
Pada Ultisol, batas kritis hara K terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 pada nisbah K/Ca <0.03 adalah 0.128 cmol kg^{-1}, sedangkan pada nisbah K/Ca >0.03 batas kritisnya adalah 0.134 cmol kg^{-1}. Dari hubungan bobot kering tanaman dengan K-dd pada nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 diperoleh bobot kering optimum 6.29 dan 6.4 g pot^{-1} (Gambar 4). Setelah dimasukkan dalam Gambar 5, maka diperoleh takaran optimum pemupukan K sebesar masing-masing 58 dan 88 mg kg^{-1}.



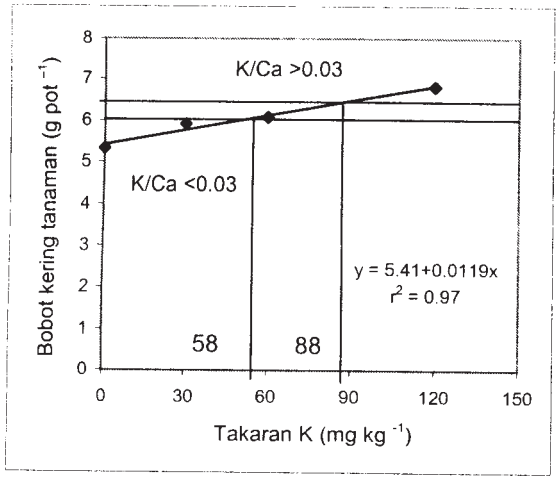
Gambar 3. Hubungan Nisbah K/Ca dengan Bobot Kering Tanaman pada Ultisol (a) dan Vertisol (b)

Tabel 7. Persamaan Regresi Beberapa Kation dengan Nisbah K/Ca pada Vertisol

Kation	Persamaan regresi	r^2
Ca terekstrak air	K/Ca = 0.0468 – 0.00109 Ca	0.02
Mg terekstrak air	K/Ca = 0.0410 – 0.0085 Mg	0.002
K terekstrak air	K/Ca = 0.0165 + 0.0839 K	0.60**
K terekstrak NH_4OAc *N* pH 7	K/Ca = - 0.0150 + 0.156 K	0.68**



Gambar 4. Batas Kritis Hara K Terekstrak Air dan NH_4OAc *N* pH 7 pada Nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 pada Ultisol

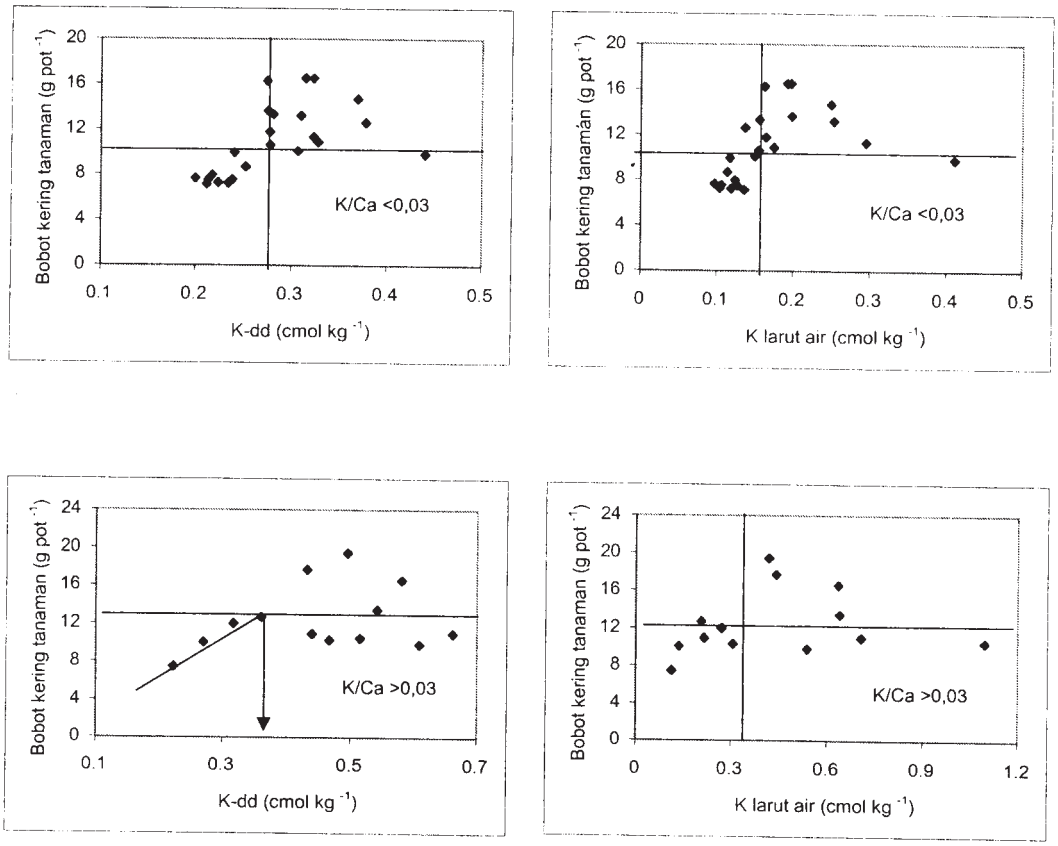


Gambar 5. Takaran K Optimum pada Nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 pada Ul tisol

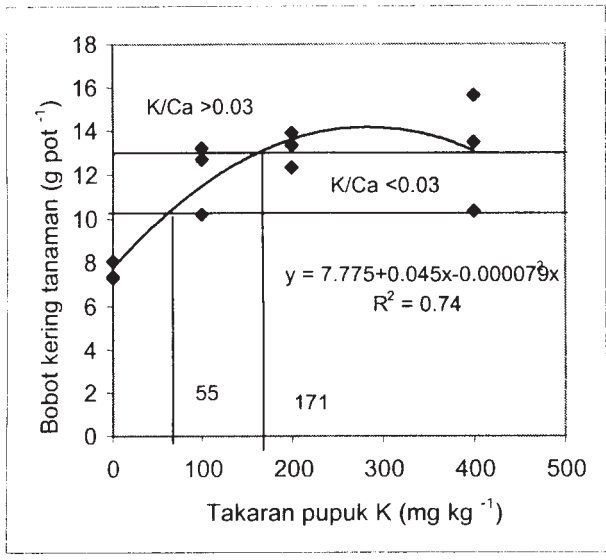
Peningkatan nisbah K/Ca pada Vertisol sangat nyata dipengaruhi oleh peningkatan jumlah K. Dengan demikian pada Vertisol unsur K lebih dibutuhkan daripada hara Ca. Hal ini sejalan dengan kejenuhan K pada tanah Vertisol yang sangat rendah, yaitu sebesar 0.2%.

Batas kritis hara K, baik terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 maupun air, terlihat meningkat dengan meningkatnya nisbah K/Ca (Gambar 6). Pada nisbah K/Ca <0.03, batas kritis K terekstrak NH_4OAc *N* pH 7 adalah 0.27 cmol kg^{-1}, sedangkan pada nisbah K/Ca >0.03 adalah 0.36 cmol kg^{-1}. Sementara itu batas kritis K larut dalam air pada nisbah K/Ca <0.03 adalah 0.15 cmol kg^{-1}, dan nisbah K/Ca >0.03 adalah 0.33 cmol kg^{-1}. Dengan demikian kebutuhan K akan meningkat apabila nisbah antara K/Ca dalam larutan tanah meningkat sebagai akibat penambahan hara K atau pengurangan hara Ca.

Pada hubungan antara bobot kering tanaman dengan K-dd (Gambar 6) diperoleh bobot kering tanaman optimum pada nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 berturut-turut adalah 10.24 dan 13 g pot^{-1}. Selanjutnya dari hubungan bobot kering tanaman optimum dengan takaran K pada Vertisol diperoleh takaran optimum pemupukan K pada nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 yaitu 55 dan 171 mg K kg^{-1} (Gambar 7).



Gambar 6. Batas Kritis Hara K Terekstrak Air dan NH_4OAc *N* pH 7 pada Nisbah K/Ca < 0.03 dan >0.03 pada Vertisol.



Gambar 7. Takaran Optimum Pemupukan K pada Nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 pada Vertisol

KESIMPULAN

Pemupukan K pada Ultisol berpengaruh linier terhadap bobot kering tanaman pada semua tingkat penambahan Ca. Peningkatan nisbah K/Ca dalam larutan tanah meningkatkan bobot kering tanaman. Pada Ultisol bobot kering tanaman optimum dicapai pada nisbah K/Ca 0.027. Dengan meningkatnya nisbah K/Ca, batas kritis K-dd dan K terekstrak air meningkat pula. Kebutuhan K optimum untuk Ultisol pada nisbah K/Ca <0.03 dan >0.03 masing-masing adalah 58 dan 88 mg kg^{-1}.

Penambahan Ca pada Vertisol meningkatkan takaran maksimum pemupukan K. Batas kritis hara K juga meningkat dengan penambahan Ca dan meningkatnya nisbah K/Ca. Bobot kering tanaman optimum pada Vertisol dicapai pada nisbah K/Ca sebesar 0.029. Takaran optimum pemupukan K pada K/Ca <0.03 dan >0.03 masing-masing adalah 55 dan 171 mg K kg^{-1}

DAFTAR PUSTAKA

Bhonsle, N.S., S.K. Paland, and G.S. Sekhon. 1992. Relationship of K forms and release characteristics with clay mineralogy. Geoderma, 54:285-293.

Dierolf, T.S. and R.S. Yost. 2000. Stover and potassium management in an upland rice-soybean rotation on an Indonesian Ultisol. Agron. J., 92:106-114.

Fox, R.L. and E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate requirements of soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34: 902-907.

Grimme, H. 1985. The Dynamics of Potassium in the Soil-Plant System. *In* Potassium in the Agricultural System of the Humid Tropics. Proc. of the 19th Colloquium of the International Potash Institute held in Bangkok, Thailand. p. 127-154.

Lei, Y., B. Zhang, M. Zhang, K. Zhao, W. Qio, and X. Wang. 2000. Corn response to potassium in Lioning Province. Better Crops Inter., 14(1):6-9.

McLean, E.O. 1977. Contrasting concepts in soil test interpretation: sufficiency levels of available nutrients versus basic cation saturation ratios. *In* Soil Testing: Correlating and Interpreting the Analytical Results. ASA Special Publ. No. 29, Madison, Wisconsin. p. 39-54.

Nelson, L.A. and R.L. Anderson. 1977. Partitioning of soil test-crop renponse probability. *In* Soil Testing: Correlating and Interpreting the Anaytical Results. ASA Special Pub. No. 29, Madison, Wisconsin. p. 19-38.

Ritchey, K.D. 1979. Potassium fertility in Oxisols and Ultisols of the humid tropics. Cornell International Agriculture Bulletin 37, Cornell University, Ithaca, New York. 45 pp.

Prasetyo, B.H., M. Sukardi, dan H. Subagjo. 1996. Tanah-tanah intensifikasi di Jawa: susunan mineral, sifat-sifat kimia, dan klasifikasinya. Pemb. Penel. Tanah Pupuk, 14:12-24.

Prasetyo, B.H., Sulaeman, dan N.S. Mulyani. 1997. Red-yellow soils from Kotabumi, Lampung: their characteristics, classification, and utilization. Indonesian J. Crop Sci., 12 (1&2):37-45.

Prasetyo, B.H. dan A. Kasno. 2001. Sifat morfologi, komposisi mineral dan fisika-kimia tanah sawah irigasi di Propinsi Lampung. J. Tanah Trop., 12:155-167.

Subagyo, H. 1983. Pedogenesis dua pedon Grumusol (Vertisol) dari bahan volkanik gunung Lawu dekat Ngawi dan Karanganyar. Pemb. Penel. Tanah Pupuk, 2:8-18.

Syers, J.K, M.G. Browman, G.W. Smillie, and R.B. Corey. 1973. Phosphate sorption by soils evaluated by the Langmuir adsorption equation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 37: 358-363.