

Tanggapan Tanaman Jagung (*Zea mays*, L.) terhadap Pemupukan MOP Rusia pada Inceptisols dan Ultisols

Maize (Zea mays, L.) response on Fertilization of Russian MOP in Inceptisols and Ultisols

D. NURSYAMSI, HUSNAIN, A. KASNO, DAN D. SETYORINI¹

ABSTRAK

Pada umumnya, lahan pertanian di Indonesia memerlukan pemupukan K agar tanaman dapat memberikan hasil yang optimal. Selama ini pupuk KCl biasa digunakan oleh petani, tetapi efektivitasnya bervariasi tergantung jenis tanah dan tanaman. Sebagai alternatif, pupuk MOP Rusia diharapkan lebih efektif dan lebih menguntungkan daripada KCl. Percobaan lapang, untuk menguji efektivitas pupuk MOP Rusia untuk jagung, telah dilaksanakan pada Inceptisols (Cibatok-Bogor) dan Ultisols (Jagang-Lampung Utara) pada musim kering 2004. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 kali ulangan, dan tanaman jagung varietas Lamuru digunakan sebagai indikator. Perlakuan terdiri atas 5 tingkat takaran pupuk MOP Rusia, yaitu: 0, 25, 50, 100, dan 200 kg ha⁻¹ ditambah satu perlakuan pupuk KCl 100 kg ha⁻¹ sebagai standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk MOP Rusia meningkatkan kadar K-HCl dan K-NH₄OAc pH 7,0 tanah serta hasil brangkasan dan biji kering tanaman jagung. Nilai RAE pada takaran MOP Rusia ≥ 100 kg ha⁻¹ adalah 138 dan 115 di tanah Inceptisols dan 314 di tanah Ultisols. Keuntungan maksimum usaha tani jagung dengan menggunakan MOP Rusia di tanah Inceptisols dan Ultisols adalah Rp 4,4 dan Rp 1,9 juta ha⁻¹musim⁻¹, dan masing-masing melampaui keuntungan yang diperoleh dari penggunaan pupuk KCl. Nilai IBCR penggunaan MOP Rusia adalah 2,44-10,37 (Inceptisols) dan 0,69-3,41 (Ultisols), dan masing-masing melampaui nilai IBCR dari pupuk KCl. Kebutuhan pupuk MOP Rusia untuk mencapai keuntungan maksimum sebesar 119 dan 105 kg ha⁻¹ atau setara dengan 71 dan 63 kg K₂O ha⁻¹ berturut-turut di tanah Inceptisols dan Ultisols. Karena lebih efektif dan lebih menguntungkan, MOP Rusia dapat dijadikan sebagai pupuk P alternatif.

Kata kunci: Tanggapan jagung, MOP Rusia, Inceptisols, Ultisols

ABSTRACT

Indonesia's agricultural lands commonly require fertilization of K to attain optimum plant yield. So far, most farmers use K fertilizer from KCl, apart to the fact that its effectiveness varies with soils and plants. It is expected that Russian MOP fertilizer is more effective and economically more beneficial than KCl fertilizer. Field experiment aimed to test the effectiveness of Russian MOP for maize and was conducted in Inceptisols (of Cibatok-Bogor) and Ultisols (of Jagang-North Lampung) in dry season of 2004. The experiment applied Randomized Completely Block Design with 3 replicates, and maize of Lamuru variety was as plant indicator. The treatment consisted of 5 levels of Russian MOP fertilizer: 0, 25, 50, 100, and 200 kg ha⁻¹ and one treatment of KCl fertilizer of 100 kg ha⁻¹

as a reference. The result showed that the use of Russian MOP increased soil HCl-K and NH₄OAc-K as well as dry matter and grain yield. RAE at Russian MOP level of > 100 kg ha⁻¹ was 138 and 115 in Inceptisols of Cibatok and 314 in Ultisols of Jagang. The maximum profits using Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols were Rp 4.4 and Rp 1.9 million ha⁻¹ season⁻¹, respectively, and were greater than those of using KCl fertilizer in both studied soils. IBCR values of the Russian MOP fertilizer were 2.44-10.37 (Inceptisols) and 0.69-3.41 (Ultisols) and were greater than those of KCl fertilizer. The requirements of Russian MOP fertilizer to achieve maximum profit were 119 and 105 kg ha⁻¹ or equal to 71 and 63 kg K₂O ha⁻¹ for Inceptisols of Cibatok and Ultisols of Jagang, respectively. Considering its effectiveness and benefit, Russian MOP fertilizer can be used as alternative of K fertilization.

Key words: Maize response, Russian MOP, Inceptisols, Ultisols

PENDAHULUAN

Kalium merupakan hara makro bagi tanaman dan dibutuhkan dalam jumlah banyak setelah N dan P. Tidak seperti halnya N, P, S, dan hara lainnya, kalium bukanlah bagian integral dari protoplasma, pati, atau selulosa tanaman, tetapi merupakan agen katalis yang berperan dalam proses metabolisme tanaman. Dalam proses ini kalium berperan antara lain: (1) meningkatkan aktivasi enzim, (2) mengurangi kehilangan air transpirasi melalui pengaturan stomata, (3) meningkatkan produksi *adenosine triphosphate* (ATP), (4) membantu translokasi asimilat, dan (5) meningkatkan serapan N dan sintesis protein (Havlin *et al.*, 1999). Apabila ketersediaan kalium tanah rendah maka pertumbuhan tanaman akan terganggu dan tanaman akan memperlihatkan gejala kekahatan K.

Inceptisols dan Ultisols adalah tanah-tanah pertanian utama di Indonesia. Dalam klasifikasi

¹ Peneliti pada Balai Penelitian Tanah, Bogor

tanah yang digunakan sebelumnya, Inceptisols mencakup tanah-tanah: Aluvial, Regosol, Andosol, Latosol, *Brown Forest Soil*, dan Glei, sedangkan Ultisols mencakup: Podsolik Merah Kuning, Latosol Hidromorf Kelabu, dan Planosol (Subagyo *et al.*, 2000). Dibanding tanah-tanah lainnya, Inceptisols menyebar paling luas di Indonesia, yaitu sekitar 70,5 juta ha atau 37,5% dari luas daratan Indonesia. Tanah ini dapat dijumpai terutama di pulau-pulau besar seperti: Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Sementara itu, Ultisols menyebar paling luas kedua setelah Inceptisols, yaitu sekitar 45,8 juta ha (24,3%), dan dapat dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua (Puslittanak, 2000).

Mengingat sebarannya yang sangat luas, Inceptisols dan Ultisols mempunyai prospek yang cukup besar untuk pengembangan pada jagung asal dikelola dengan tepat. Kedua tanah tersebut mempunyai reaksi tanah yang sangat masam hingga agak masam, pH tanah sekitar 4,1-5,5 (Subagyo *et al.*, 2000), sehingga produktivitas tanah untuk jagung masih rendah. Ketersediaan kalium di tanah masam (Inceptisols, Ultisols, dan Oxisols) umumnya rendah karena tanah berasal dari bahan induk miskin K. Selain itu, KTK yang rendah dan curah hujan yang tinggi menyebabkan tingkat pencucian K juga tinggi. Pada tanah alkalin (Vertisols, Alfisols, dan Mollisols), ketersediaan K bagi tanaman juga rendah karena K terfiksasi oleh mineral liat 2:1 yang dominan di tanah-tanah tersebut (Gao *et al.*, 1992). Oleh karena itu, pemupukan kalium pada tanah-tanah di Indonesia merupakan upaya yang sangat penting dalam usaha meningkatkan produksi pertanian nasional, khususnya komoditas jagung di lahan kering.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemupukan kalium memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan produksi tanaman, baik di tanah masam maupun alkalin. Penelitian yang dilaksanakan di tanah masam (*kaolinitic clay soil*) menunjukkan bahwa pemupukan kalium dapat meningkatkan K-dd tanah sehingga serapan K dan hasil tanaman jagung juga meningkat (Farina *et al.*,

1993). Pada tanah alkalin yang didominasi oleh mineral liat 2:1 (*vermiculite* dan *hydroxy interlayer vermiculite*), ion kalium dapat mengurangi kekuatan fiksasi NH_4^+ oleh permukaan bagian dalam koloid liat (Evangelou dan Lumbanraja, 2002). Demikian pula Senaratne *et al.* (1993) melaporkan bahwa kalium dapat meningkatkan fiksasi N udara pada kacang tanah sehingga dapat meningkatkan hasil kacang tanah dan jagung di tanah Podsolik Merah Kuning. Penelitian lainnya yang dilaksanakan di tanah salin menunjukkan bahwa pemupukan kalium dapat menekan serapan Na dan nyata meningkatkan serapan K tanaman serta fotosintesis dan hasil padi sawah (Bohra and Doerffling, 1993).

Hara kalium dapat berasal dari bahan organik atau bahan anorganik. Bahan organik berupa pupuk kandang atau jerami padi mengandung hara K relatif tinggi berkisar antara 0,2 hingga 2%. Namun demikian, kadar tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan kadar K dalam pupuk anorganik. Deposit garam K mudah larut yang banyak ditemukan di permukaan bumi, seperti di danau dan laut, merupakan pupuk K anorganik yang utama. Pupuk tersebut antara lain potasium klorida (KCl) yang mengandung 50-52% K atau 60-63% K_2O . Selain itu, pupuk kalium terdapat pula dalam bentuk K_2SO_4 , KNO_3 , KH_2PO_4 , K_2CO_3 , dan $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang mengandung 20-60% K_2O (Havlin *et al.*, 1999).

Diantara semua bentuk pupuk K, pupuk KCl yang berwarna merah paling banyak digunakan oleh petani, tetapi efektivitasnya bervariasi tergantung jenis tanah dan tanaman. Pupuk KCl yang beredar di Indonesia umumnya berasal dari Italia, Jerman, dan Australia. Pupuk MOP (*Muriate of Potash*) yang berasal dari Rusia merupakan sumber hara kalium yang berpotensi dapat meningkatkan produksi pertanian nasional. Pupuk tersebut diharapkan memiliki efektivitas yang lebih tinggi dan secara ekonomis lebih menguntungkan daripada KCl. Berdasarkan pertimbangan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pupuk MOP Rusia terhadap hasil tanaman jagung pada Inceptisols dan Ultisols di lahan kering.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Cibatok, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor dan Jagang, Kecamatan Abung Selatan, Kabupaten Lampung Utara, masing-masing pada tanah Latosol dan Podsolik Merah Kuning (Lembaga Penelitian Tanah, 1966a dan 1966b) atau setara dengan Inceptisols dan Ultisols. Percobaan lapang dilaksanakan di lahan milik petani pada musim kering (MK) 2004. Pupuk kalium yang diuji efektivitasnya adalah MOP Rusia yang memiliki karakteristik seperti disajikan pada Tabel 1.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), ulangan 3 kali, dan tanaman jagung varietas Lamuru sebagai indikator. Perlakuan terdiri atas 5 tingkat takaran pupuk MOP Rusia, yaitu: 0, 25, 50, 100, dan 200 kg ha⁻¹ ditambah satu perlakuan pupuk KCl 100 kg ha⁻¹ sebagai standar. Selanjutnya pupuk urea dan SP-36 masing-masing 300 dan 200 kg ha⁻¹ ditambahkan sebagai pupuk dasar.

Pupuk MOP, KCl, SP-36, dan urea diberikan dengan cara ditugal sejajar dengan barisan tanaman pada jarak sekitar 5 cm dan kedalaman 3–5 cm. Pupuk urea diberikan 2 kali (masing-masing ½ bagian), yaitu pada saat tanam dan saat tanaman berumur 1 bulan, dan seluruh pupuk lainnya diberikan pada saat tanam. Petak percobaan di Cibatok berukuran 4,5 m x 5 m dan di Jagang berukuran 6 m x 5 m. Selanjutnya jagung varietas Lamuru ditanam pada jarak 75 cm x 20 cm, masing-masing 2 tanaman/lubang dan seminggu berikutnya tanaman dijarangkan menjadi 1 tanaman/lubang.

Hasil analisis pendahuluan contoh tanah lapisan atas (0-20 cm) yang diambil dari lokasi percobaan disajikan pada Tabel 2. Selain itu, analisis tanah juga dilakukan terhadap contoh tanah komposit, yang diambil dari petak percobaan setelah panen, untuk menetapkan kadar K potensial (HCl 25%) dan K dapat dipertukarkan (NH₄OAc 1N pH 7). Panen dilakukan pada saat biji tanaman mencapai matang fisiologis, yaitu saat umur 95 hari setelah tanam. Penimbangan dilakukan terhadap brangkasan dan klobot jagung basah, brangkasan setelah dikeringkan, dan biji pipilan kering.

Tabel 1. Karakteristik pupuk MOP Rusia yang digunakan dalam penelitian

Table 1. Characteristics of Russian MOP fertilizer used in the experiment

Karakteristik	Metode	Hasil
Kadar K (% K ₂ O)	Titrimetri	60,98
Kadar air bebas (%)	Gravimetri	0,17
Kadar As (ppm)	AAS	tidak terukur
Kadar Hg (ppm)	AAS	tidak terukur
Kadar Cd (ppm)	AAS	tidak terukur
Kadar Pb (ppm)	AAS	tidak terukur
Bentuk	Visual	kristal
Warna	Visual	merah

Pupuk standar yang digunakan adalah pupuk KCl berwarna merah yang mengandung 62% K₂O atau sekitar 51% K. Untuk membandingkan efektivitas pupuk yang diteliti terhadap pupuk standar, *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) dihitung menurut formula Machay *et al.* (1984), sebagai berikut:

$$RAE = \frac{\text{Hasil pupuk yang diuji} - \text{Hasil pada kontrol}}{\text{Hasil pupuk standar} - \text{Hasil pada kontrol}} \times 100\%$$

Data biaya produksi dan harga jual hasil tanaman dikumpulkan melalui wawancara langsung terhadap 10 orang petani yang bermukim di sekitar lokasi percobaan. Selanjutnya, *Index Benefit Cost Ratio* (IBCR) dari usaha tani dianalisis dengan menggunakan formula berikut ini:

$$IBCR = \frac{\text{Penerimaan dengan perlakuan} - \text{Penerimaan kontrol}}{\text{Pengeluaran dengan perlakuan} - \text{Pengeluaran kontrol}}$$

Perhitungan takaran pupuk maksimum dan optimum mengikuti prosedur Heady *et al.* (1955). Takaran pupuk maksimum adalah takaran pupuk yang dapat menghasilkan berat biji jagung kering tertinggi. Takaran pupuk optimum adalah takaran

Tabel 2. Sifat-sifat tanah lapisan atas dari lokasi percobaan*Table 2. Properties of top soils of experimental sites*

Sifat tanah	Satuan	Metode	Hasil analisis	
			Inceptisols	Ultisols
Tekstur		Pipet		
Pasir	%		1	2
Debu	%		39	44
Liat	%		60	54
pH (1 : 2,5)		H ₂ O	4,34	4,16
		KCl 1 N	3,95	3,76
Bhn organik				
C-org	%	Kurmies	1,18	1,16
N-total	%	Kjeldahl	0,14	0,13
C/N		Kalkulasi	8	9
P, K pot.		HCl 25%		
P ₂ O ₅	mg 100g ⁻¹		130	30
K ₂ O	mg 100g ⁻¹		6	3
P ₂ O ₅ ters.	mg kg ⁻¹	Bray 1	24	31
Nilai tukar kation		NH ₄ OAc 1N pH 7		
Ca	cmol _c kg ⁻¹		5,11	1,82
Mg	cmol _c kg ⁻¹		1,45	0,35
K	cmol _c kg ⁻¹		0,14	0,07
Na	cmol _c kg ⁻¹		0,32	0,12
KTK	cmol _c kg ⁻¹		21,05	7,45
KB	%		33	32
Kemasaman		KCl 1 N		
Al ³⁺	cmol _c kg ⁻¹		1,25	1,01
H ⁺	cmol _c kg ⁻¹		0,03	0,02
Kej. Al	%		15	30

pupuk yang dapat memberikan keuntungan tertinggi atau pada saat kurva ongkos menyentuh kurva produksi. Kurva produksi biji jagung kering akibat penambahan pupuk MOP Rusia dinyatakan dengan persamaan:

$$Y = aX^2 + bX + c$$

dimana Y = biji jagung kering (t ha⁻¹), X = takaran pupuk (kg ha⁻¹), sedangkan a, b, dan c = konstanta.

Kurva ongkos pupuk MOP Rusia dinyatakan dengan persamaan:

$$L = mX$$

dimana L = biaya pembelian pupuk (Rp ha⁻¹), X = takaran pupuk (kg ha⁻¹), dan m = harga pupuk (Rp 2.025 kg⁻¹).

Berdasarkan penjelasan di atas maka takaran pupuk maksimum = -b/2a, sedangkan takaran pupuk optimum = (m-b)/2a.

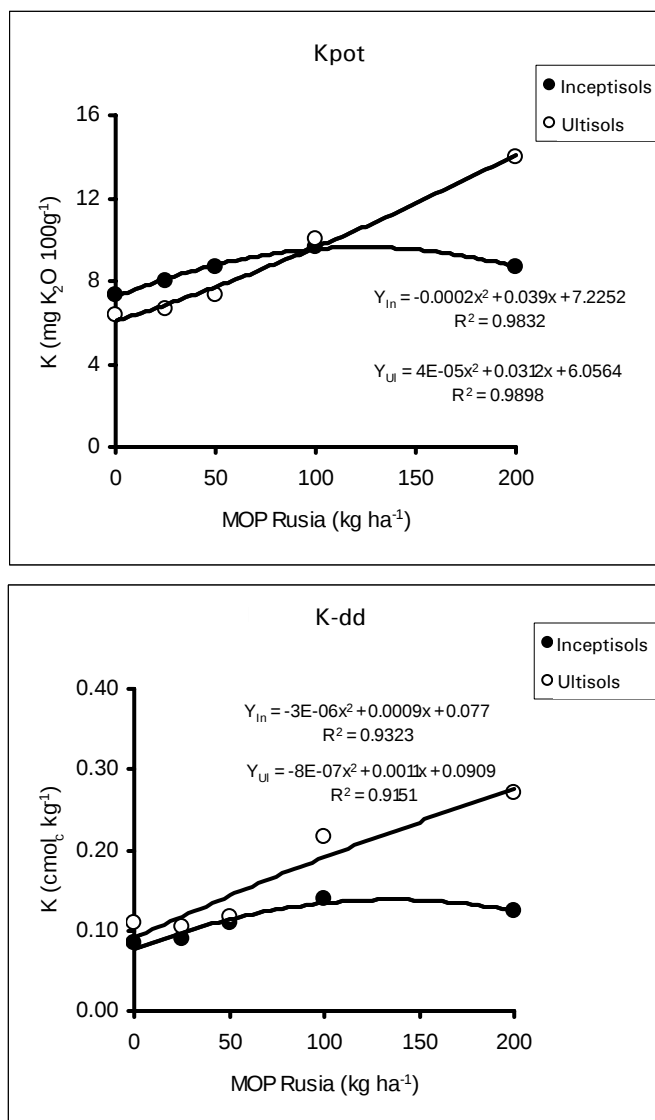
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar K tanah

Hasil analisis laboratorium Inceptisols dan Ultisols disajikan pada Tabel 2. Inceptisols dan Ultisols mempunyai tekstur liat berdebu dan bereaksi masam. Kadar C dan N organik, kadar Al dan H-dd, serta kejenuhan basa dari kedua tanah ini tergolong rendah. Kadar P potensial, nilai tukar kation (Ca, Mg, dan K-dd), dan nilai kapasitas tukar kation tanah Inceptisols lebih tinggi daripada Ultisols. Hal tersebut berkaitan erat dengan tingkat pelapukan tanah, dimana pelapukan tanah di Jagang lebih intensif daripada di Cibatok. Selain tingkat pelapukan, hal tersebut di atas juga berhubungan dengan bahan induk tanah, dimana tanah di Cibatok berasal dari bahan induk tuff vulkan sedangkan tanah di Jagang berasal dari batu liat (Lembaga Penelitian Tanah, 1966a dan 1966b). Dengan demikian, tingkat kesuburan Inceptisols di Cibatok lebih baik daripada Ultisols di Jagang.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar K potensial dan K dapat dipertukarkan pada Inceptisols masing-masing tergolong rendah, dan kadar hara tersebut pada Ultisols masing-masing tergolong sangat rendah. Berdasarkan data tersebut, hara kalium kemungkinan besar dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman di kedua tanah yang diteliti. Oleh karena itu, pemupukan kalium sangat penting dilakukan untuk meningkatkan produksi jagung pada Inceptisols dan Ultisols tersebut.

Pengaruh pemberian pupuk MOP Rusia terhadap kadar K tanah setelah panen di tanah Inceptisols dan Ultisols disajikan pada Gambar 1. Pupuk tersebut meningkatkan kadar K tanah potensial (Kpot) dan K dapat dipertukarkan (K-dd) di kedua tanah yang diteliti. Kadar K tanah tertinggi di Inceptisols tercapai pada pemberian pupuk 100 kg ha⁻¹, sedangkan di Ultisols tercapai pada takaran 200 kg ha⁻¹. Pupuk K yang diberikan ke dalam tanah masuk ke dalam keseimbangan K terlarut dan K



Gambar 1. Pengaruh pemberian pupuk MOP Rusia terhadap kadar Kpot dan K-dd tanah setelah panen pada Inceptisols dan Ultisols

Figure 1. Effect of Russian MOP fertilization on potential and available K in Inceptisols and Ultisols after harvest

terjerap sehingga kadar kedua bentuk K tersebut meningkat. Selanjutnya K terlarut sebagian diserap oleh tanaman untuk pertumbuhannya dan sebagian lagi tercuci atau keluar dari daerah perakaran. Namun demikian bentuk K terjerap segera mensuplai K dalam larutan sehingga kondisi keseimbangan tercapai kembali. Oleh karena itu, peranan K terjerap

sangat penting dalam mengendalikan ketersediaan kalium bagi tanaman (Badraoui *et al.*, 1992).

Pada Ultisols, pemberian pupuk K sampai dengan takaran 200 kg ha⁻¹ masih meningkatkan kadar K potensial dan K-dd tanah setelah panen. Sedangkan pada Inceptisols, pemupukan K sampai dengan takaran 100 kg ha⁻¹ meningkatkan kadar K tanah, tetapi kadar kedua bentuk K tanah menjadi menurun pada pemberian 200 kg ha⁻¹ (Gambar 1). Fenomena ini menunjukkan bahwa neraca hara K pada kedua tanah tersebut berbeda. Walaupun mempunyai KTK yang jauh lebih tinggi daripada Ultisols (Tabel 2), kehilangan K tanah pada Inceptisols ternyata juga jauh lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena total serapan hara K oleh tanaman jagung pada Inceptisols lebih banyak yang ditunjukkan oleh produksi biomassa tanaman yang juga jauh lebih tinggi dibandingkan Ultisols (Tabel 3). Sebagai tambahan, rata-rata curah hujan saat percobaan berlangsung (MK 2004) di Cibatok (Bogor) juga lebih tinggi sehingga pencucian K juga lebih tinggi dibandingkan di Jagang (Lampung Utara).

Pertumbuhan dan hasil tanaman

Pemberian pupuk MOP Rusia sampai dengan takaran 200 kg ha⁻¹ nyata meningkatkan hasil brangkas dan biji kering baik pada Inceptisols maupun Ultisols (Tabel 3). Hasil biji kering tertinggi tercapai pada takaran pupuk 100 kg ha⁻¹, yakni 6,20 t ha⁻¹ di Inceptisols Cibatok dan 3,98 t ha⁻¹ di Ultisols Jagang. Angka tersebut melampaui hasil tanaman akibat pemberian pupuk KCl 100 kg ha⁻¹ di kedua tanah yang diteliti. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pupuk MOP Rusia mempunyai efektivitas yang melebihi pupuk KCl.

Peningkatan hasil tanaman akibat pemberian pupuk MOP Rusia menunjukkan bahwa hara kalium diperlukan tanaman di kedua tanah yang diteliti. Kadar K potensial dan dapat dipertukarkan di kedua

tanah ini termasuk rendah sehingga K menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Kadar K potensial dan K-dd Inceptisols berturut-turut hanya 6 mg K₂O 100 g⁻¹ dan 0,14 cmol_c kg⁻¹, sedangkan kadar tersebut pada Ultisols berturut-turut hanya 3 mg K₂O 100 g⁻¹ dan 0,07 cmol_c kg⁻¹ (Tabel 2). Kadar K di kedua tanah tersebut jauh di bawah batas kritis K tanah untuk jagung, yaitu 0,20 cmol_c kg⁻¹ di tanah netral (Sofyan *et al.*, 2003), 0,41 cmol_c kg⁻¹ pada Ultisols Lampung, dan 0,72 cmol_c kg⁻¹ pada Oxisols Sitiung (Sulaeman *et al.*, 2000).

Tabel 3. Berat brangkasan dan biji kering jagung pada pengujian efektivitas pupuk MOP Rusia di Inceptisols dan Ultisols

Table 3. Plant dry matter and grain yield at effectiveness test of Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols

Perlakuan	Inceptisols		Ultisols	
	Brang- kasan	Biji	Brang- kasan	Biji
	 t ha ⁻¹			
Kontrol	2,97 ab	5,24 b	2,56 a	2,91 b
MOP 25	2,68 b	5,66 ab	2,91 a	3,04 b
MOP 50	3,38 ab	5,89 ab	3,12 a	3,20 ab
MOP 100	3,17 ab	6,20 a	3,51 a	3,98 a
MOP 200	3,76 a	6,03 a	3,04 a	3,17 ab
KCI 100	3,30 ab	5,93 ab	3,17 a	3,25 ab
CV (%)	16,6	7,2	19,4	12,8

Angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf 5% menurut DMRT.

Pada Gambar 1 telah dikemukakan bahwa pemberian pupuk MOP Rusia meningkatkan kadar K tanah, baik K potensial maupun K-dd. Penelitian yang dilaksanakan pada tanah yang didominasi liat kaolinit (Inceptisols dan Ultisols) menunjukkan bahwa hasil tanaman jagung berkorelasi positif nyata dengan K-dd tanah (Farina *et al.*, 1993). Dengan demikian maka pupuk tersebut sebagai sumber hara kalium sangat berpotensi dalam meningkatkan produktivitas Inceptisols dan Ultisols untuk berbagai komoditas pertanian.

Rata-rata hasil tanaman lebih tinggi pada Inceptisols bila dibandingkan dengan hasil tanaman Ultisols. Berat brangkasan dan biji kering jagung umumnya terlihat lebih tinggi pada Inceptisols daripada Ultisols (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa Inceptisols mempunyai tingkat kesuburan tanah yang lebih baik daripada Ultisols, terlihat dari kadar P potensial dan kapasitas tukar kation (KTK) Inceptisols yang lebih tinggi dibandingkan dengan Ultisols. Selain itu keseimbangan hara Ca, Mg, dan K tanah pada Inceptisols juga lebih baik daripada Ultisols (Tabel 2).

Efektivitas agronomis relatif

Nilai efektivitas agronomis relatif (*Relative Agronomic Effectiveness* disingkat RAE) pada takaran pupuk MOP Rusia ≤ 50 kg ha⁻¹ semuanya lebih rendah dari 100, baik pada Inceptisols maupun Ultisols (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas pupuk MOP Rusia pada takaran tersebut masih lebih rendah bila dibandingkan dengan pupuk KCI 100 kg ha⁻¹. Namun demikian, pada takaran pupuk yang lebih tinggi (≥ 100 kg ha⁻¹), pupuk MOP Rusia memberikan nilai RAE lebih besar dari 100, yaitu 138 dan 115 pada Inceptisols dan 314 pada Ultisols. Hal ini menunjukkan bahwa untuk takaran yang sama (50 kg ha⁻¹), pupuk MOP Rusia ternyata lebih efektif daripada pupuk KCI untuk tanaman jagung di kedua tanah yang diteliti. Dengan demikian, pupuk MOP Rusia mempunyai prospek yang cukup baik sebagai alternatif sumber pupuk K untuk jagung yang ditanam pada Inceptisols dan Ultisols.

Efektivitas pupuk MOP Rusia makin meningkat seiring dengan meningkatnya takaran pupuk. Tingkat efektivitas tertinggi tercapai pada takaran pupuk 100 kg ha⁻¹ baik di Inceptisols maupun Ultisols. Peningkatan takaran pupuk menjadi 200 kg ha⁻¹ justru menurunkan efektivitas, dimana Ultisols mengalami penurunan efektivitas yang jauh lebih

tajam dibandingkan dengan Inceptisols (Tabel 4). Hal ini erat kaitannya dengan sifat ketersediaan K bagi tanaman yang antara lain dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah lainnya pada kedua tanah yang diteliti. Ketersediaan hara K pada Inceptisols jauh lebih baik dibandingkan Ultisols karena keseimbangan haranya yang juga lebih baik, terutama hara P, Ca, Mg, dan K, serta KTK (Tabel 2), sehingga tanaman dapat menyerap K lebih banyak. Pemberian pupuk MOP Rusia >100 kg ha⁻¹, khususnya pada Ultisols, merupakan pemborosan karena buruknya keseimbangan hara dan KTK tanah, sehingga tanaman tidak dapat memanfaatkan hara tersebut.

Analisis usaha tani

Hasil analisis usaha tani menunjukkan bahwa bertanam jagung dengan menggunakan pupuk MOP Rusia cukup menguntungkan, baik pada Inceptisols di Cibatok maupun Ultisols di Jagang. Namun demikian, usaha tani di Inceptisols tampak jauh lebih

Tabel 4. Nilai Efektivitas Agronomis Relatif (RAE) pada pengujian efektivitas pupuk MOP Rusia di Inceptisols dan Ultisols

Table 4. Relative Agronomic Effectiveness (RAE) values at effectiveness test of Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols

Perlakuan	RAE	
	Inceptisols	Ultisols
Kontrol		
MOP 25	61	39
MOP 50	94	84
MOP 100	138	314
MOP 200	115	77
KCI 100	100	100

menguntungkan daripada di Ultisols (Tabel 5). Upah tenaga di Cibatok lebih tinggi dibandingkan dengan di Jagang, yakni masing-masing sekitar Rp 2 juta dan Rp 1,7 juta per hektar, demikian pula dengan harga benih jagung di Cibatok lebih mahal daripada di Jagang. Sebaliknya dengan harga pupuk, terutama SP-36, lebih murah di Cibatok, sedangkan

Tabel 5. Analisis ekonomi pengujian efektivitas pupuk MOP Rusia pada Inceptisols dan Ultisols

Table 5. Financial analysis at effectiveness test of Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols

Perlakuan	Biaya produksi							Output	Keuntungan	Hasil	
	Tenaga	Benih	Urea	KCI	SP-36	MOP	Jumlah input				
								Rp		t ha ⁻¹	
											
Inceptisols											
Kontrol	2.050.000	460.000	330.000		0	300.000	0	3.140.000	6.555.208	3.415.208	5,24
MOP 25	2.050.000	460.000	330.000		0	300.000	50.625	3.190.625	7.080.208	3.889.583	5,66
MOP 50	2.050.000	460.000	330.000		0	300.000	101.250	3.241.250	7.364.583	4.123.333	5,89
MOP 100	2.050.000	460.000	330.000		0	300.000	202.500	3.342.500	7.743.750	4.401.250	6,20
MOP 200	2.050.000	460.000	330.000		0	300.000	405.000	3.545.000	7.543.229	3.998.229	6,03
KCI 100	2.050.000	460.000	330.000	170.000	300.000		0	3.310.000	7.411.979	4.101.979	5,93
Ultisols											
Kontrol	1.514.000	445.000	330.000		0	382.500	0	2.671.500	3.636.111	964.611	2,91
MOP 25	1.703.000	445.000	330.000		0	382.500	50.625	2.911.125	3.801.389	890.264	3,04
MOP 50	1.703.000	445.000	330.000		0	382.500	101.250	2.961.750	3.995.833	1.034.083	3,20
MOP 100	1.703.000	445.000	330.000		0	382.500	202.500	3.063.000	4.972.917	1.909.917	3,98
MOP 200	1.703.000	445.000	330.000		0	382.500	405.000	3.265.500	3.966.667	701.167	3,17
KCI 100	1.703.000	445.000	330.000	170.000	382.500		0	3.030.500	4.063.889	1.033.389	3,25

Output = Hasil MOP Rusia = Rp 6.005.141,50 per hektar (Inceptisols) dan Rp 4.050.141,50 per hektar (Ultisols)

harga urea di kedua tempat tersebut sama. Akibatnya biaya produksi di Cibatok lebih tinggi daripada di Jagang. Namun demikian karena tingkat kesuburan tanah di Cibatok lebih tinggi daripada di Jagang (Tabel 2), maka hasil tanaman di Cibatok juga lebih tinggi (Tabel 3) sehingga keuntungan yang diperoleh juga lebih banyak dibandingkan di Jagang. Keuntungan usaha tani jagung untuk setiap hektar lahan dalam satu musim tanam di Cibatok berkisar antara Rp 3.415.208,- hingga Rp 4.401.250,- sedangkan di Jagang hanya sekitar Rp 701.167,- hingga Rp 1.909.917,-.

Keuntungan tertinggi dari usaha tani jagung pada Inceptisols dan Ultisols dicapai pada takaran pupuk MOP Rusia 100 kg ha⁻¹, yakni masing-masing Rp 4.401.250,- ha⁻¹ dan Rp 1.909.917,- ha⁻¹. Keuntungan tersebut melampaui keuntungan yang diperoleh dari penggunaan pupuk KCl pada takaran K yang sama, yakni Rp 4.101.979,- ha⁻¹ (Inceptisols) dan Rp 1.033.389,- ha⁻¹ (Ultisols). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa usaha tani jagung menggunakan pupuk MOP Rusia lebih menguntungkan daripada KCl di kedua tanah yang diteliti.

Nilai *Index Benefit Cost Ratio* (IBCR) dari penggunaan pupuk MOP Rusia > 1, kecuali di Jagang, pada takaran 25 dan 200 kg ha⁻¹ (Tabel 6). Oleh karena itu maka pupuk MOP Rusia layak untuk digunakan dalam usaha tani jagung di kedua tanah yang diteliti. Penggunaan pupuk MOP Rusia pada Ultisols di Jagang dengan takaran 50 kg ha⁻¹ tidak efektif karena hasil tanaman belum optimal. Demikian pula pada takaran 200 kg ha⁻¹, pemupukan tidak efisien karena hasil tanaman justru menurun (Tabel 3).

Selanjutnya Tabel 6 juga menunjukkan bahwa usaha tani jagung pada Inceptisols memberikan nilai IBCR yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan Ultisols, yakni 2,44-10,37 berbanding 0,69-3,41. Nilai IBCR tertinggi (10,37) di Inceptisols tercapai

pada takaran MOP Rusia 25 kg ha⁻¹, sedangkan di Ultisols pada takaran 100 kg ha⁻¹ (3,41). Kedua nilai IBCR tersebut melampaui nilai IBCR dari pupuk KCl 100 kg ha⁻¹, baik di Inceptisols (5,04) maupun di Ultisols (1,19). Seperti halnya peubah keuntungan usaha tani, nilai IBCR di Cibatok juga jauh lebih tinggi daripada di Jagang. Alasannya sama dengan yang telah dikemukakan sebelumnya.

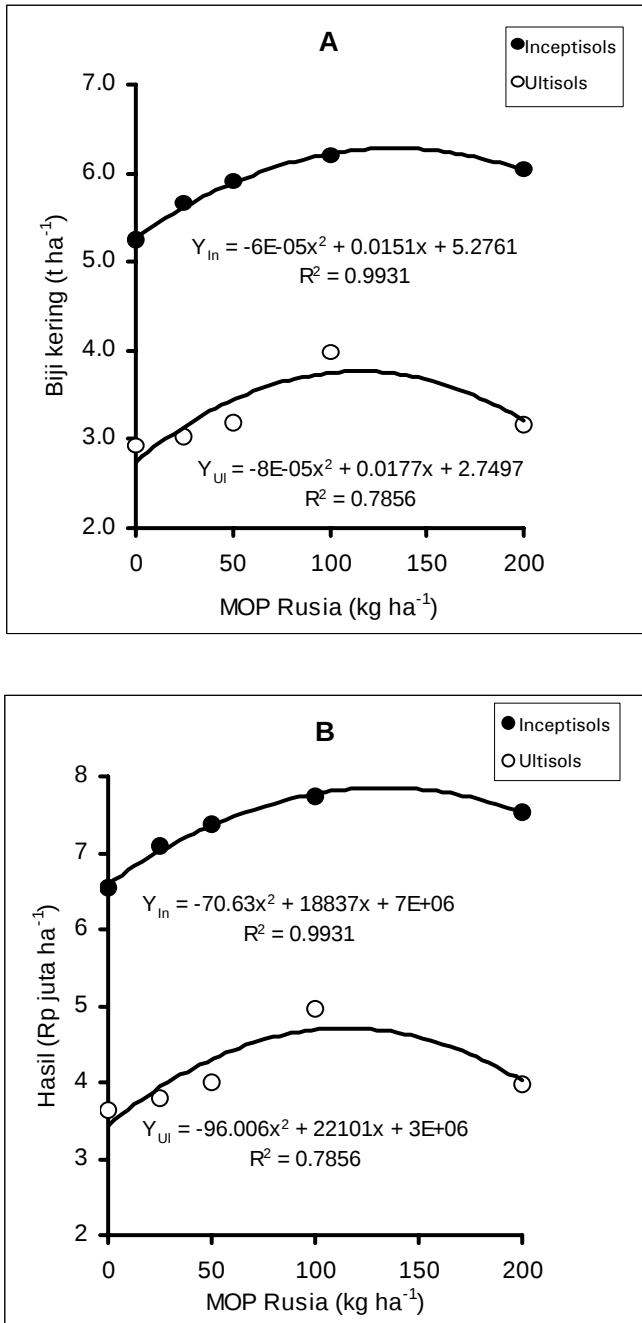
Tabel 6. *Index Benefit Cost Ratio* (IBCR) pengujian efektivitas pupuk MOP Rusia pada Inceptisols dan Ultisols

Table 6. Index Benefit Cost Ratio (IBCR) at effectiveness test of Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols

Perlakuan	IBCR	
	Inceptisols	Ultisols
Kontrol		
MOP 25	10,37	0,69
MOP 50	7,99	1,24
MOP 100	5,87	3,41
MOP 200	2,44	0,86
KCl 100	5,04	1,19

Rekomendasi pupuk

Pengaruh pemberian pupuk MOP Rusia terhadap berat biji kering jagung (A) dan pendapatan petani (B) pada Inceptisols dan Ultisols disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut, beberapa parameter, yang harus dipertimbangkan dalam menyusun rekomendasi pupuk, dapat dihitung dan hasilnya disajikan pada Tabel 7. Takaran pupuk maksimum pada Inceptisols dan Ultisols masing-masing sebesar 126 dan 111 kg ha⁻¹, sementara itu takaran pupuk optimumnya adalah sebesar 119 dan 105 kg ha⁻¹ atau setara dengan 71 dan 63 kg K₂O ha⁻¹. Pemakaian takaran optimum memberikan keuntungan bersih lebih tinggi dibandingkan dengan bila pemakaian takaran maksimum walaupun produksi tanamannya lebih rendah daripada takaran maksimum. Berdasarkan pertimbangan ekonomi atau



Gambar 2. Pengaruh pemberian pupuk MOP Rusia terhadap berat biji kering jagung (A) dan pendapatan petani (B) pada Inceptisols dan Ultisols

Figure 2. Effect of Russian MOP fertilizer on dry grain yield of corn (A) and farmers income (B) in Inceptisols and Ultisols

efisiensi usaha maka rekomendasi agar menggunakan pupuk MOP Rusia untuk tanaman jagung pada Inceptisols Cibatok dan Ultisols Jagang masing-masing sebesar 119 dan 105 kg⁻¹.

Kebutuhan kalium tergantung status dan perilaku K tanah yang erat kaitannya dengan sifat *inherent* dari tanah yang bersangkutan, antara lain jumlah dan jenis mineral liat, KTK, keseimbangan hara, dan lain-lain. Tanah yang didominasi oleh mineral liat tipe 2:1 (seperti Vertisols, Mollisols, dan Alfisols) mempunyai jerapan K yang lebih tinggi daripada tanah dengan mineral liat tipe 1:1 (Inceptisols dan Ultisols) atau oksida-hidroksida (Oxisols). Sebaliknya tingkat pencucian K di tanah yang didominasi oksida hidroksida lebih tinggi daripada tanah dengan mineral liat 1:1 dan 2:1. Demikian pula halnya dengan tanah yang memiliki keseimbangan hara yang baik akan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pupuk K. Selain itu, kebutuhan kalium juga tergantung kepada komoditas yang diusahakan, dimana spesies tanaman yang peka membutuhkan kalium dalam jumlah yang lebih banyak daripada tanaman yang toleran terhadap kalium (Havlin *et al.*, 1999).

Penelitian ini menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk K untuk jagung di Inceptisols (71 kg K₂O ha⁻¹) lebih tinggi daripada di Ultisols (63 kg K₂O ha⁻¹). Penelitian yang dilaksanakan di tanah Mediteran menunjukkan bahwa kebutuhan pupuk kalium untuk gandum sebesar 200 kg K₂O ha⁻¹ (Daoud dan Etourneaud, 1995); untuk jagung di tanah Oxic Inceptisols sebesar 200 kg K ha⁻¹ atau 240 kg K₂O ha⁻¹ (Bekker *et al.*, 1994) dan di tanah Plintic Paleudults sebesar 112 kg K ha⁻¹ atau 134 kg K₂O ha⁻¹ (Heckman dan Kamprath, 1992). Sementara itu kebutuhan pupuk kalium untuk jagung di tanah Humic Gleisols sebesar 200 kg KCl ha⁻¹ atau 160 kg K₂O ha⁻¹ (Chen dan MacKenzie, 1993).

Tabel 7. Biaya produksi dan pendapatan petani jagung pada pengujian efektivitas pupuk MOP Rusia di tanah Inceptisols dan Ultisols*Table 7. Net farmer's profit at effectiveness test of Russian MOP fertilizer in Inceptisols and Ultisols*

Parameter	Takaran pada Inceptisols		Takaran pada Ultisols	
	Maksimum	Optimum	Maksimum	Optimum
MOP Rusia (kg ha ⁻¹)	126	119	111	105
Produksi jagung (t ha ⁻¹)	6,23	6,22	3,73	3,73
Pendapatan kotor petani (Rp ha ⁻¹)	7.782.677	7.779.190	4.660.914	4.657.231
Biaya MOP Rusia (Rp ha ⁻¹)	254.813	241.005	224.016	211.726
Biaya selain MOP Rusia (Rp ha ⁻¹)	3.140.000	3.140.000	2.860.500	2.860.500
Keuntungan bersih petani (Rp ha ⁻¹)	4.387.865	4.398.185	1.576.398	1.585.005

KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk MOP Rusia meningkatkan kadar K_{pot} dan K_{dd} tanah serta biji kering dan hasil brangkasan tanaman jagung.
2. Nilai RAE pada takaran MOP Rusia ≥ 100 kg ha⁻¹ adalah 138 dan 115 untuk Inceptisols dan 314 untuk Ultisols.
3. Keuntungan maksimum usaha tani jagung dengan menggunakan MOP Rusia adalah Rp 4,4 juta ha⁻¹musim⁻¹ (Inceptisols) dan Rp 1,9 juta ha⁻¹musim⁻¹ (Ultisols), dan masing-masing melampaui keuntungan yang diperoleh dengari penggunaan pupuk KCl.
4. Nilai IBCR penggunaan MOP Rusia adalah 2,44-10,37 (Inceptisols) dan 0,69-3,41 (Ultisols), dan masing-masing melampaui nilai IBCR dari pupuk KCl.
5. Kebutuhan pupuk MOP Rusia untuk mencapai keuntungan maksimum sebesar 119 dan 105 kg ha⁻¹ atau setara dengan 71 dan 63 kg K₂O ha⁻¹ berturut-turut pada Inceptisols dan Ultisols.
6. Karena efektivitas yang lebih tinggi dan hasil yang lebih menguntungkan, MOP Rusia dapat dijadikan sebagai alternatif sumber pupuk K.

DAFTAR PUSTAKA

- Badraoui, M., P.R. Bloom, and A. Delmaki. 1992.** Mobilization of non-exchangeable K by ryegrass in five Moroccan soils with and without mica. *Plant and Soil*, 140:55-63.
- Bekker, A.W., N.V. Hue, and R.G. Chase. 1994.** Effect of liming, K fertilization and leaching on K retention, nutrient uptake and dry matter production of maize grown on a Samoan Oxic Inceptisols. *Fertilizer Research*, 38:123-130.
- Bohra, J.S. and K. Doerffling. 1993.** Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity. *Plant and Soil*, 152:299-303.
- Chen, J.S. and A.F. MacKenzie. 1993.** Effect of rates and placement of urea and potassium chloride on soil nitrogen and potassium and corn dry matter yield. *Can. Soil Sci.*, 73: 147-155.
- Daoud, Y. and F. Etourneaud. 1995.** Effect of NK fertilization on yield and mineral nutrition of durum wheat variety grown in Mediterranean area. *Potash Review*. No. 2/1995. International Potash Institute, Switzerland.

- Evangelou, V.P. and J. Lumbanraja. 2002.** Ammonium-potassium-calcium exchange on vermiculite and hydroxy-aluminum vermiculite. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66:445-455.
- Farina, M.P.W., P. Channon, G.R. Thibaud, and J.D. Phipson. 1993.** Soil and plant potassium optima for maize on a kaolinitic clay soil. *Plant and Soil*, 9(4):193-200.
- Gao, D., D. Liang, E. Mutttert, and R. Hardter. 1992.** The effect of potassium applied to maize on nutrient uptake, dry matter accumulation and physiological characteristics, Potash Review No. 2/1992. 9p. International Potash Institute. Switzerland.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson. 1999.** Soil Fertility and Fertilizers An Introduction to Nutrient Management. 6th ed. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey. pp. 497.
- Heady, E.O., J.T. Pesek, and W.G. Brown. 1955.** Crop response surfaces and economic optima in fertilizer use. *Research Buletin*, 424:293-332.
- Heckman, J.R. and E.J. Kamprath. 1992.** Potassium accumulation and corn yield related to potassium fertilizer rate and placement. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56(1):141-148.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1966a.** Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat. Skala 1:250.000. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1966b.** Peta Tanah Tinjau Propinsi Lampung. Skala 1:250.000. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Machay, A.D., J.K. Syers, and P.E.H. Gregg. 1984.** Ability of chemical extraction procedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 27:219-230.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000.** Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia. Skala 1:1.000.000, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Senaratne, R., N.D.L. Liyanage, and D.S. Ratnasinghe. 1993.** Effect of K on nitrogen fixation of intercrop groundnut and the competition between intercrop groundnut and maize. *Fertilizer Research*, 34:9-14.
- Sofyan, A., D. Nursyamsi, and L.I. Amien. 2003.** Development of soil testing program in Indonesia. Workshop Proceedings. Field Testing of the Integrated Nutrient Management Support System (NuMaSS) in Southeast Asia. 21-24 Januari 2002. Philippines.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2000.** Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Hlm. 21-66 *Dalam* Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sulaeman, Eviati S., Atikah, dan J.S. Adiningsih. 2000.** Hubungan kuantitas dan intensitas kalium untuk menduga kemampuan tanah dalam persediaan hara kalium. Hlm. 125-140 *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Reorientasi Pendayagunaan Sumberdaya Tanah, Iklim, dan Pupuk. Cipayung-Bogor. 31 Oktober – 2 November 2000.