

Pengelolaan Kahat Hara pada Inceptisols untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung

Management of Nutrient Deficiency on Inceptisols to Improve Maize Growth

D. NURSYAMSI, A. BUDIARTO, DAN L. ANGGRIA¹

ABSTRAK

Pengembangan tanaman jagung pada Inceptisols lahan kering mempunyai prospek yang cukup baik, apabila disertai dengan usaha pengelolaan tanah yang tepat dan varietas yang sesuai. Penelitian yang bertujuan untuk mempelajari faktor pembatas hara tanah Inceptisols untuk pertumbuhan jagung, telah dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Puslitbangtanak, Bogor. Percobaan rumah kaca pada Inceptisols dari Sukabumi menggunakan metode *minus one test* dengan rancangan acak lengkap, 11 perlakuan, dan tiga ulangan. Tanaman jagung (*Zea mays* L.) varietas Pioner C3 digunakan sebagai tanaman indikator. Pengamatan dan pengukuran dilakukan terhadap : (1) berat kering tanaman umur 4 MST; (2) serapan hara tanaman : N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, dan Al; dan (3) analisis tanah : pH H₂O, C-org, N-total, P-HCl, K-HCl, P-Bray 1, P-Olsen, Ca, Mg, dan K_{dd}, KTK, Al, dan H_{dd}, serta Cu dan Zn-DTPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk N, P, K, Ca, Mg, Cu, dan Zn meningkatkan kadar hara tanah dan serapan hara-hara tersebut. Pemberian pupuk Ca (kapur) menurunkan kejenuhan Al tanah dan serapan Al tanaman. Pemberian bahan organik meningkatkan C-organik dan KTK tanah serta serapan hara tanaman. Hara N, P, K, dan bahan organik merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols dari Sukabumi. Untuk mengatasi faktor pembatas tersebut, tanah ini perlu dipupuk urea 270-300 kg/ha, SP-36 240 kg/ha, KCl 100 kg/ha, dan bahan organik 3-5 t/ha. Pupuk urea dan KCl sebaiknya diberikan berangsur masing-masing 1/3 bagian pada saat sebelum tanam, umur 4 dan 6 MST dengan cara dibenamkan di larikan. Pupuk SP-36 dibenamkan seluruhnya sebelum tanam di larikan dicampur dengan pupuk urea dan KCl. Sedangkan bahan organik dikomposkan terlebih dahulu dan dicampur dengan tanah pada saat pengolahan tanah.

Kata kunci : Faktor pembatas hara, Inceptisols, Jagung

ABSTRACT

Maize is very prospective to be developed in upland Inceptisols if supported by proper soil management and suitable varieties. Research aimed to study nutrient limiting factors of Inceptisols for the development of maize (*Zea mays* L.). Research had been conducted at chemical laboratory and green house of Center for Soil and Agroclimate Research in Bogor by using soil samples taken from Sukabumi, West Java. The green house experiment utilized minus one test method with randomized block design, eleven treatments, and three replications. Maize crop of Pioner C3 variety was used as plant indicator. Parameters employed in this experiment were: (1) the dry weight of 4 week old-maize, (2) plant nutrients uptake of N,

P, K, Ca, Mg, S, Zn, and Cu; and (3) soil properties analyses on soil pH H₂O, Org-C, total-N, P-HCl, K-HCl, P-Bray 1, P-Olsen, exchangeable Ca, Mg, and K, CEC, exchangeable Al and H, as well as Cu and Zn-DTPA. The results showed that N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, and Zn fertilizations increased soil N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, and Zn contents as well as plant nutrient uptake. Fertilization of Ca (lime) decreased soil exchangeable Al and H as well as plant Al uptake. The application of rice straw increased soil organic C and CEC, and also plant nutrient uptake. N, P, and K nutrients, and organic matter were found out as the primary constraints to maize growth in Inceptisols of Sukabumi. To solve the limiting factors, the soils need to be treated with 270-300 kg urea, 240 kg SP-36, 100 kg KCl, and 3-5 tons organic matter per ha. It is recommended that urea and KCl to be applied gradually : before planting, 4 and 6 weeks after planting, respectively. SP-36 fertilizer is mixed with urea and KCl and drawn into the soil before planting. Organic matter was formerly composted and mixed with the soils during land preparation.

Key words : Nutrient limiting factors, Inceptisols, Maize

PENDAHULUAN

Untuk mencapai swasembada pangan, ada empat program pokok pemerintah yang sedang digalakkan, yaitu : (1) intensifikasi lahan pertanian, (2) ekstensifikasi areal pertanian, (3) diversifikasi usaha pertanian, dan (4) rehabilitasi sarana pertanian (Satari, 1987). Usaha ekstensifikasi ke luar Jawa umumnya dilakukan pada tanah-tanah masam (Inceptisols, Ultisols, dan Oxisols) yang mempunyai tingkat kesuburan tanah rendah. Tanah Inceptisols termasuk tanah pertanian utama di Indonesia terutama untuk pertanian lahan kering. Tanah tersebut tersebar luas di Jawa, Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya pada area sekitar 70,5 juta ha atau sekitar 37,5% dari total tanah daratan Indonesia. Di Jawa Barat terdapat sekitar 2,12 juta ha tanah Inceptisols yang dapat dikembangkan

¹ Balai Penelitian Tanah, Bogor

untuk lahan sawah maupun lahan kering (Puslittanak, 2000).

Tanah-tanah yang bereaksi masam (Inceptisols, Ultisols, dan Oxisols) umumnya mempunyai faktor pembatas : kahat hara N, P, K, Ca, dan Mg. Sedangkan pada tanah netral dan alkalin (Alfisols dan Vertisols) umumnya mempunyai faktor pembatas : kahat hara N, P, K dan unsur mikro seperti Cu dan Zn (Brady, 1984). Selain itu tanah-tanah di daerah tropika basah (seperti Indonesia) umumnya mempunyai kadar bahan organik yang rendah (Sri Adiningsih dan Mulyadi, 1993).

Tanah Inceptisols di daerah humid umumnya mempunyai kandungan liat cukup tinggi (35-78%), pH masam hingga agak masam (pH 4,6-5,5), kandungan bahan organik rendah hingga sedang, P-HCl rendah hingga tinggi, dan K-HCl sangat rendah hingga sedang. Jumlah basa-basa dapat ditukar tergolong sedang sampai tinggi dengan kompleks adsorpsi didominasi oleh kation Ca dan Mg. Kapasitas tukar kation pada lapisan atas sebagian besar sedang sampai tinggi dan kejenuhan basanya umumnya tinggi sampai sangat tinggi (Subagyo *et al.*, 2000). Dengan demikian, secara umum tanah Inceptisol mempunyai tingkat kesuburan sedang hingga tinggi.

Tanaman jagung mempunyai prospek yang cukup besar untuk dikembangkan pada tanah ini bila disertai oleh usaha pengelolaan tanah dan pemilihan varietas yang sesuai. Tanaman jagung memerlukan hara dalam jumlah yang berbeda, tergantung umur, susunan organ tanaman, dan varietas (Fathan *et al.*, 1988). Namun demikian dibandingkan tanaman lain seperti padi dan kedelai, tanaman jagung termasuk tanaman yang rakus hara. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk, kapur dan bahan organik mampu mengatasi faktor-faktor pembatas hara di tanah masam sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanahnya. Didi Ardi *et al.* (1986) melaporkan bahwa kombinasi pemberian kapur, pupuk P dan bahan organik pada tanah Ultisols Rangkasbitung

memberikan hasil biji kering jagung yang sangat memuaskan. Demikian pula pada tanah Typic Paleudults Lampung pemupukan 15-40 kg P/ha, 30-75 kg N/ha, kapur 1 x Al_{ad}, dan bahan organik 5 t/ha dapat memberikan hasil optimum tanaman jagung sekitar 5,0-6,0 ton biji kering/ha (Soepartini dan Sholeh, 1986).

Evaluasi kesuburan tanah merupakan salah satu tahapan uji tanah yang harus dilaksanakan untuk menyusun rekomendasi pemupukan spesifik lokasi. Selain itu evaluasi kesuburan tanah juga sangat diperlukan untuk menentukan teknologi pengelolaan tanah yang tepat untuk meningkatkan produktivitas tanahnya. Banyak cara untuk mengevaluasi tingkat kesuburan tanah, diantaranya melalui : (1) gejala kekahatan atau keracunan hara tanaman, (2) analisis jaringan tanaman yang tumbuh di atas tanah, (3) Test biologi, dimana tingkat pertumbuhan tanaman digunakan sebagai ukuran tingkat kesuburan tanah, dan (4) uji tanah (Tisdale *et al.*, 1985) serta kombinasi dari keempat faktor tersebut.

Pembatas pertumbuhan tanaman dapat disebabkan oleh sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Dari ketiga pembatas tersebut, sifat kimia umumnya sangat dominan membatasi pertumbuhan tanaman. Pembatas kimia tanah meliputi rendahnya unsur hara makro N, P, K, Ca, dan Mg tanah serta unsur hara mikro Cu, Zn, Fe dan Mn tanah. Sekitar 5 – 10 % dari bobot kering tersusun dari hara-hara tersebut (Tisdale *et al.*, 1985). Tanah merupakan media untuk pertumbuhan tanaman dan sumber utama unsur esensial yang diperlukan oleh tanaman. Kadar unsur hara makro pada tanah yang berpelapukan lanjut (Ultisols, dan Oxisols) umumnya rendah sehingga sering menjadi pembatas pertumbuhan tanaman. Namun demikian tidak menutup kemungkinan, tanah muda seperti Inceptisols dan Vertisols juga memiliki pembatas pertumbuhan tanaman.

Mengingat pentingnya unsur hara untuk pertumbuhan tanaman maka pemenuhan atau kecukupan hara bagi tanaman merupakan faktor

yang sangat penting dalam budidaya tanaman. Hal ini dapat dicapai dengan mempertimbangkan keseimbangan hara dalam tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari faktor-faktor pembatas hara tanah Inceptisols Sukabumi, Jawa Barat untuk pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan cara menanggulanginya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian evaluasi faktor-faktor pembatas hara tanah Inceptisols untuk tanaman jagung dilaksanakan pada tahun 2001 dengan menggunakan contoh tanah yang diambil dari Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dan rumah kaca Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat Bogor. Tahapan kegiatannya meliputi : (1) survey kesuburan tanah di lokasi penelitian dan (2) percobaan penjajagan hara (percobaan pot) di rumah kaca, dan (3) analisis tanah dan tanaman di laboratorium.

Survei kesuburan tanah

Pertama-tama areal survei dipilih berdasarkan tipologi tanah utama yang digunakan atau dikembangkan untuk tanaman jagung, dalam hal ini adalah tanah Inceptisols di Sukabumi. Survei kesuburan tanah dilakukan dengan cara mengambil 12 contoh tanah komposit yang mewakili areal yang diteliti. Contoh tanah dikeringkan, ditumbuk dan diayak untuk dianalisis sifat-sifat kimia tanahnya di laboratorium. Berdasarkan sifat-sifat tanah tersebut, dilakukan pengambilan contoh tanah *bulk* untuk percobaan pot di rumah kaca dari 3 lokasi yang berbeda (Tabel 1).

Percobaan penjajagan hara di rumah kaca

Percobaan menggunakan metode *minus one test* untuk mewakili prinsip faktor pembatas (Hukum Liebig's), rancangan percobaan acak lengkap, 11 perlakuan, dan 3 ulangan, serta menggunakan jagung varietas Pioner C3 sebagai

Tabel 1. Sifat-sifat tanah lapisan atas (0-20 cm) dari lokasi percobaan

Table 1. Characteristics of top soils (0-20 cm) of site experiments

Data tanah <i>Soil data</i>	Metode/Ekstraktan <i>Method/Extractan</i>	Satuan <i>Unit</i>	Asal contoh tanah		
			TL-1	TL-2	BG-2
Tekstur	Pipet				
Pasir		%	3	2	4
Debu		%	17	18	28
Liat		%	80	80	68
pH	Air (1 : 2,5)	-	4,7	5,0	5,0
	KCl	-	4,0	4,3	4,3
Bahan organik					
C-organik	Kurmies	%	1,86	1,96	2,04
N-total	Kjedahl	%	0,18	0,20	0,20
P-potensial	HCl 25%	mgP ₂ O ₅ /100g	18	19	41
K-potensial	HCl 25%	mgP ₂ O ₅ /100g	16	17	7
P tersedia	Bray-1	ppm P ₂ O ₅	6,6	4,4	5,6
Nilai tukar kation					
K _{dd}	NH ₄ OAC pH7.0	me/100g	0,32	0,30	0,27
Ca _{dd}	NH ₄ OAC pH7.0	me/100g	2,26	3,85	8,58
Mg _{dd}	NH ₄ OAC pH7.0	me/100g	1,01	1,75	3,95
KTK	NH ₄ OAC pH7.0	me/100 g	10,34	10,75	14,18
Al _{dd}	KCl 1N	me/100g	0,46	0,00	0,28

Tabel 2. Perlakuan percobaan pot di rumah kaca*Table 2. Treatments for pot experiment in green house*

No.	Perlakuan <i>Treatment</i>	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Jerami padi <i>Rice straw</i>
		kg/ha								
1.	Kontrol <i>Control</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Lengkap + BO <i>Complete + OM</i>	400	400	200	*	100	100	10	10	5.000
3.	Lengkap <i>Complete</i>	400	400	200	*	100	100	10	10	-
4.	- N	-	400	200	*	100	100	10	10	-
5.	- P	400	-	200	*	100	100	10	10	-
6.	- K	400	400	-	*	100	100	10	10	-
7.	- Ca	400	400	200	-	100	100	10	10	-
8.	- Mg	400	400	200	*	-	100	10	10	-
9.	- S	400	400	200	*	100	-	10	10	-
10.	- Zn	400	400	200	*	100	100	-	10	-
11.	- Cu	400	400	200	*	100	100	10	-	-

* Berasal dari CaCO₃ dengan takaran 1.722, 519, dan 1.380 kg/ha masing-masing untuk tanah dari Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2. Takaran CaCO₃ ditetapkan berdasarkan jumlah CaCO₃ yang diperlukan untuk mencapai pH tanah 6,0 dengan metode titrasi NaOH 0,05 N.

tanaman indikator. Dosis pupuk masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Contoh tanah *bulk* dari lokasi percobaan dikeringanginkan, ditumbuk, diayak dengan saringan 2 mm, dan ditimbang masing-masing 1 kg berat kering mutlak, lalu dimasukkan ke dalam pot. Seminggu sebelum tanam, pupuk anorganik diberikan dalam bentuk larutan kecuali kapur dalam bentuk serbuk dan jerami padi dalam bentuk kompos. Benih jagung yang telah diuji viabilitasnya ditanam 10 butir tiap pot dan dijarangkan menjadi 5 tanaman tiap pot pada umur 1 minggu setelah tanam (MST). Selanjutnya kadar air tanah dipertahankan sekitar kapasitas lapang dengan pemberian air bebas ion. Saat berumur 4 MST, tanaman dipanen dan dimasukkan ke dalam oven 70 °C, lalu dibiarkan selama 48 jam atau hingga berat kering konstan. Setelah panen, contoh tanah dari setiap pot diambil untuk keperluan analisis sifat-sifat kimia tanah di laboratorium. Pengamatan dan pengukuran dilakukan terhadap : (1) berat kering tanaman, (2) serapan hara tanaman, dan (3) sifat-sifat tanah.

Analisis tanah dan tanaman

Sifat-sifat tanah komposit yang ditetapkan terdiri atas : tekstur 3 fraksi (pipet), pH H₂O 1:2,5 (pH meter), C-organik (Kurmies), N-total (Kjedahl), P (HCl 25 % dan Bray 1), K (HCl 25 %), dan kation dapat dipertukarkan Ca, Mg, dan K (NH₄OAc pH 7,0). Sedangkan analisis contoh tanah setelah percobaan pot di rumah kaca meliputi parameter tersebut di atas ditambah penetapan P (Olsen), kapasitas tukar kation (NH₄OAc pH 7,0), Al dan H_{dd} (KCl 1 N), serta Zn, dan Cu (DTPA).

Serapan hara tanaman : N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, dan Al ditetapkan setelah 1 g contoh tanaman didestruksi dengan H₂SO₄ (untuk unsur N) serta campuran HNO₃ dan HClO₄ (untuk unsur selain N) dan dihipitkan dengan air bebas ion hingga 50 ml. N ditetapkan dengan metode *semi-micro Kjedahl*, P dengan *vanado-molybdate yellow*, K dengan *flame spectrophotometry*, sedangkan Ca, Mg, Cu, Zn, dan Al dengan *atomic absorption spectrophotometry*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat-sifat tanah

Tanah Inceptisols dari lokasi penelitian bertekstur liat berat, mempunyai pH masam, kadar C-organik, hara N, P, dan K, serta kapasitas tukar kation tanah rendah (Tabel 1). Tanah ini berasal dari bahan induk volkan tua yang didominasi oleh mineral liat kaolinit (1:1). Tingkat pelapukan bahan organik yang tinggi dan bahan induk yang miskin menyebabkan kadar C-organik dan hara N, P, dan K tanah rendah. Menurut kriteria Puslittan (1983), tanah ini mempunyai tingkat kesuburan yang rendah dengan faktor pembatas utama sifat-sifat kimia tersebut di atas. Tanah Inceptisols yang berada di lahan kering (Dystropepts) dapat dikembangkan untuk pertanian tanaman pangan, seperti : jagung, kedelai, kacang-kacangan, padi gogo, dan lain-lain (Subagyo *et al.*, 2000).

Pengaruh pemberian pupuk lengkap (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, dan Zn) dan bahan organik terhadap sifat-sifat tanah setelah panen disajikan pada Tabel 3. Pemberian pupuk lengkap meningkatkan N-total, P-HCl, K-HCl, P-Olsen, P-Bray 1, Ca_{dd} , Mg_{dd} , kejenuhan basa (KB), S- CaH_2PO_4 , Cu-DTPA, dan Zn-DTPA. Ketersediaan P dan S meningkat drastis, yaitu P-Olsen meningkat dari 6 menjadi 66 ppm P_2O_5 , P-Bray 1 meningkat dari 3,8 menjadi 37,6 ppm P_2O_5 , serta S- CaH_2PO_4 meningkat dari 49 menjadi 120 ppm S. Selain itu pemberian pupuk lengkap dapat menurunkan kemasaman tanah (Al_{dd} dan H_{dd} tanah). Akibat pemberian pupuk lengkap, Al_{dd} tanah turun dari 1,31 menjadi 0,92 me/100g tanah sedangkan H_{dd} tanah turun dari 0,37 menjadi 0,27 me/100g tanah. Selanjutnya pemberian bahan organik jerami padi meningkatkan C-organik dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. C-organik tanah meningkat dari 1,11 menjadi 1,4 %, sedangkan KTK tanah meningkat dari 18,65 menjadi 19,98 me/100g tanah.

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk lengkap dan bahan organik terhadap sifat-sifat tanah

Table 3. Effect of organic matter chemical fertilization on soil characteristics

Sifat-sifat tanah <i>Soil characteristic</i>	Satuan <i>Unit</i>	Perlakuan/ <i>Treatments</i>		
		Kontrol <i>Control</i>	Lengkap <i>Complete</i>	Lengkap + BO <i>Complete + OM</i>
C-organik	%	1,14	1,11	1,40
N-total	%	0,19	0,23	0,19
P-HCl	mg P_2O_5 /100g	36	44	37
K-HCl	mg K_2O /100g	8	8	8
P-Olsen	ppm P_2O_5	6	66	56
P-Bray 1	ppm P_2O_5	3,8	37,6	37,1
Ca_{dd} (NH_4OAc)	me/100g	3,64	4,57	3,95
Mg_{dd} (NH_4OAc)	me/100g	1,7	1,81	1,76
K_{dd} (NH_4OAc)	me/100g	0,13	0,12	0,13
KTK	me/100g	18,07	18,65	19,98
KB	%	25	33	33
S- CaH_2PO_4	ppm S	49	120	126
Al_{dd} (KCl 1 N)	me/100g	1,31	0,92	0,81
H_{dd} (KCl 1 N)	me/100g	0,37	0,27	0,22
Cu-DTPA	ppm Cu	2	4	4
Zn-DTPA	ppm Zn	2	4	4

Tabel 4. Pengaruh perlakuan *minus one test* terhadap sifat-sifat tanah setelah panen*Table 4. Effect of minus one-test treatments on soil characteristics after harvest*

Perlakuan <i>Treatments</i>	Sifat-sifat tanah <i>Soil characteristics</i>		
	N-total (%)		
Kontrol / <i>Control</i>	13,5		
Lengkap/ <i>Complete</i>	25,5		
Minus N	11,31		
	P-HCl (mg P ₂ O ₅ /100g)	P-Olsen (ppm P ₂ O ₅)	P-Bray 1 (ppm P ₂ O ₅)
Kontrol/ <i>Control</i>	36	6	3,8
Lengkap/ <i>Complete</i>	44	66	37,6
Minus P	38	7	3,8
	K-HCl (mg K ₂ O/100g)	K _{dd} (me/100g)	
Kontrol/ <i>Control</i>	8	0,13	
Lengkap/ <i>Complete</i>	8	0,12	
Minus K	7	0,09	
	Ca _{dd} (me/100g)	KB (%)	Al _{dd} (me/100g)
Kontrol/ <i>Control</i>	3,64	25	1,31
Lengkap/ <i>Complete</i>	4,57	33	0,92
Minus Ca	3,37	26	1,17
	Mg _{dd} (me/100g)		
Kontrol/ <i>Control</i>	1,70		
Lengkap/ <i>Complete</i>	1,81		
Minus Mg	1,36		
	S-CaH ₂ PO ₄ (ppm)		
Kontrol/ <i>Control</i>	49,1		
Lengkap/ <i>Complete</i>	119,8		
Minus S	53,0		
	Cu-DTPA (ppm)		
Kontrol/ <i>Control</i>	2		
Lengkap/ <i>Complete</i>	4		
Minus Cu	4		
	Zn-DTPA (ppm)		
Kontrol/ <i>Control</i>	2		
Lengkap/ <i>Complete</i>	4		
Minus Zn	4		

Pengaruh perlakuan *minus one test* terhadap sifat-sifat tanah Inceptisols Sukabumi disajikan pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa kadar hara tanah pada perlakuan tanpa pemberian hara yang bersangkutan lebih rendah dibandingkan perlakuan hara tersebut kecuali kadar Cu dan Zn-DTPA tidak berbeda serta Al_{dd} tanah lebih tinggi pada perlakuan minus Ca dibandingkan pemupukan lengkap. Kadar N-total pada perlakuan pemupukan lengkap minus N lebih rendah dibandingkan perlakuan pemupukan lengkap. Kadar P-HCl, P-Olsen, dan P-Bray 1 pada perlakuan minus P, kadar

Ca_{dd} dan KB pada perlakuan minus Ca, kadar Mg_{dd} pada perlakuan minus Mg, dan kadar S-CaH₂PO₄ pada perlakuan minus S semuanya lebih rendah dibandingkan perlakuan pemupukan lengkap.

Pemberian pupuk lengkap dapat meningkatkan ketersediaan hara-hara tanah. Pemberian pupuk memang ditujukan untuk meningkatkan ketersediaan hara tanah terutama hara-hara yang kadarnya masih rendah, seperti hara N, P, dan K (Tabel 1). Kapur yang diberikan ke dalam tanah sekitar 519-1.722 kg/ha (Tabel 2) selain sebagai sumber hara Ca juga dimaksudkan

untuk meningkatkan pH tanah. Dalam keadaan pH meningkat maka kation Al dan H sebagai sumber kemasaman tanah ternetralisir sehingga kadarnya di dalam tanah menurun (Brady, 1984). Bahan organik yang diberikan ke dalam merupakan sumber KTK tanah sehingga KTK tanah meningkat. Hasil penelitian Sri Adiningsih dan Mulyadi (1993) pada tanah Ultisols Lampung menunjukkan bahwa pemberian bahan organik *Mucuna Sp*, kapur, dan P-alam dapat meningkatkan C-organik, P-HCl, P-Bray 1, Ca_{dd} tanah, dan menurunkan Al_{dd} dan kejenuhan Al, serta dapat mempertahankan produktivitas jagung dan kedelai selama 3 tahun. Demikian pula Buerkert *et al.* (1990) melaporkan bahwa pemberian kapur 2 t/ha pada Ultisols Chiapas, Meksiko dapat meningkatkan pH tanah sebesar 0,4-1,3 unit, menurunkan kejenuhan Al 13-38%, meningkatkan Ca_{dd} 2-3 kali lipat, dan meningkatkan hasil kacang hijau 76-313%.

Serapan hara tanaman

Pengaruh pemberian pupuk lengkap (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, dan Zn) dan bahan organik terhadap serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) dan mikro (Cu, Zn dan Al) tanaman jagung disajikan pada Gambar 1. Sedangkan pengaruh perlakuan *minus one test* (minus N, P, K, Ca, Mg, Cu, dan Zn) terhadap masing-masing serapan haranya disajikan pada Gambar 2. Pemberian pupuk lengkap dapat meningkatkan serapan hara makro (N, P, K, dan Mg) dan hara mikro (Cu dan Zn) tanaman kecuali serapan Al tanaman turun drastis. Serapan hara makro dan mikro tanaman semakin meningkat apabila pemberian pupuk lengkap dibarengi dengan bahan organik (Gambar 1).

Serapan hara pada perlakuan pemberian pupuk lengkap minus suatu hara umumnya lebih rendah dibandingkan dengan serapan hara pada perlakuan pemupukan lengkap. Serapan hara N pada perlakuan minus N, P pada perlakuan minus P, K pada perlakuan minus K, Ca pada perlakuan minus Ca, Mg pada perlakuan minus Mg, Cu pada perlakuan minus Cu, dan Zn pada perlakuan minus

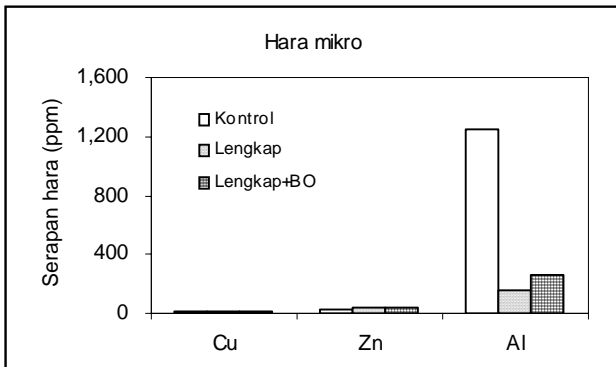
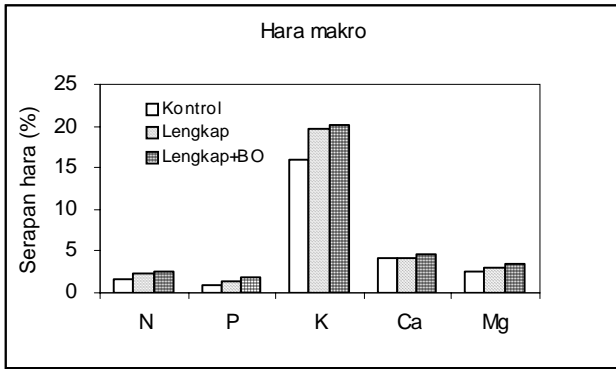
Zn semuanya lebih rendah dibandingkan perlakuan pupuk lengkap. Diantara semuanya, serapan hara kalium turun paling drastis akibat tanpa pemberian K ke dalam tanah (Gambar 2).

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa pemberian pupuk dapat meningkatkan ketersediaan hara-hara tanah dan menurunkan kadar Al_{dd} tanah (Tabel 3 dan 4). Peningkatan ketersediaan hara tanah inilah yang menyebabkan serapan hara meningkat dan penurunan kadar Al_{dd} tanah akibat pengapuran menyebabkan serapan Al tanaman juga menurun. Selanjutnya pemberian bahan organik dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan memperbaiki kondisi tanah menjadi optimum untuk pertumbuhan tanaman (Sri Adiningsih, 1987) sehingga serapan hara tanaman semakin efektif. Penelitian yang dilaksanakan di tanah Ultisols Sitiung menunjukkan bahwa pemberian pupuk N dan bahan organik masing-masing nyata meningkatkan serapan hara P dan Mg tanaman (Nursyamsi *et al.*, 1996).

Pertumbuhan tanaman

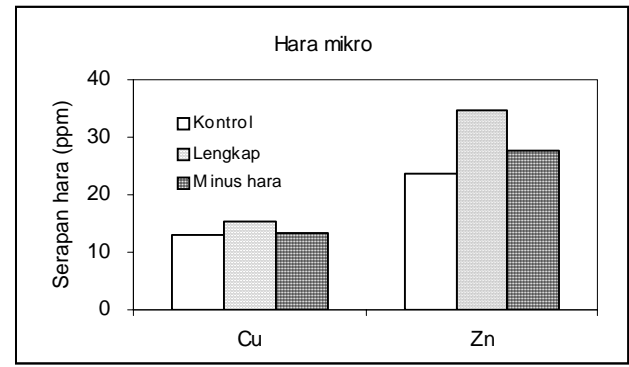
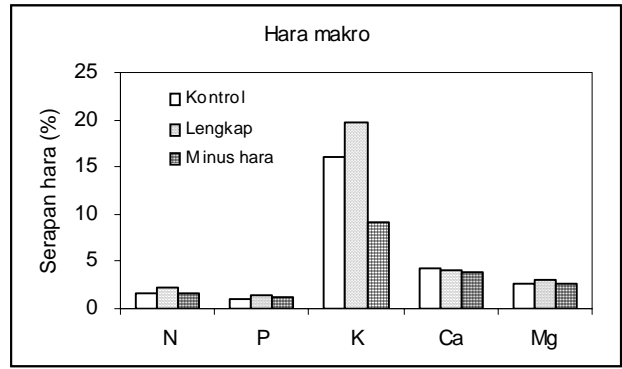
Pengaruh perlakuan pemupukan terhadap berat kering tanaman umur 4 MST disajikan pada Gambar 3. Pupuk N, P, dan K masing-masing nyata meningkatkan berat kering tanaman. Dengan demikian hara N, P, dan K merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman pada Inceptisols dari Sukabumi. Penurunan hasil tanaman pada perlakuan tanpa pemberian P lebih drastis dibandingkan tanpa pemberian N dan K (Gambar 3). Biasanya pengaruh N lebih besar dibandingkan P, tapi dalam kondisi ini ternyata pengaruh P lebih besar daripada N. Hal ini menunjukkan bahwa dari ketiga hara tersebut ternyata hara P merupakan faktor pembatas utama.

Umumnya pada tanah-tanah di lahan kering masam tropika basah kadar hara N, P, dan K di dalam tanah sangat rendah. Di daerah tersebut tingkat pencucian hara terutama anion nitrat dan kation kalium sangat intensif sehingga kadarnya di



Gambar 1. Pengaruh pemberian pupuk lengkap (N, P, K, Ca, Mg, Cu, dan Zn) dan bahan organik terhadap serapan hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) dan mikro (Cu, Zn, dan Al) tanaman pada Inceptisols dari Sukabumi

Figure 1. Effect of complete fertilizer (N, P, K, Ca, Mg, Cu, and Zn) and organik matter on macro (N, P, K, Ca, and Mg) and micro nutrient uptake (Cu, Zn, and Al) in Inceptisols of Sukabumi



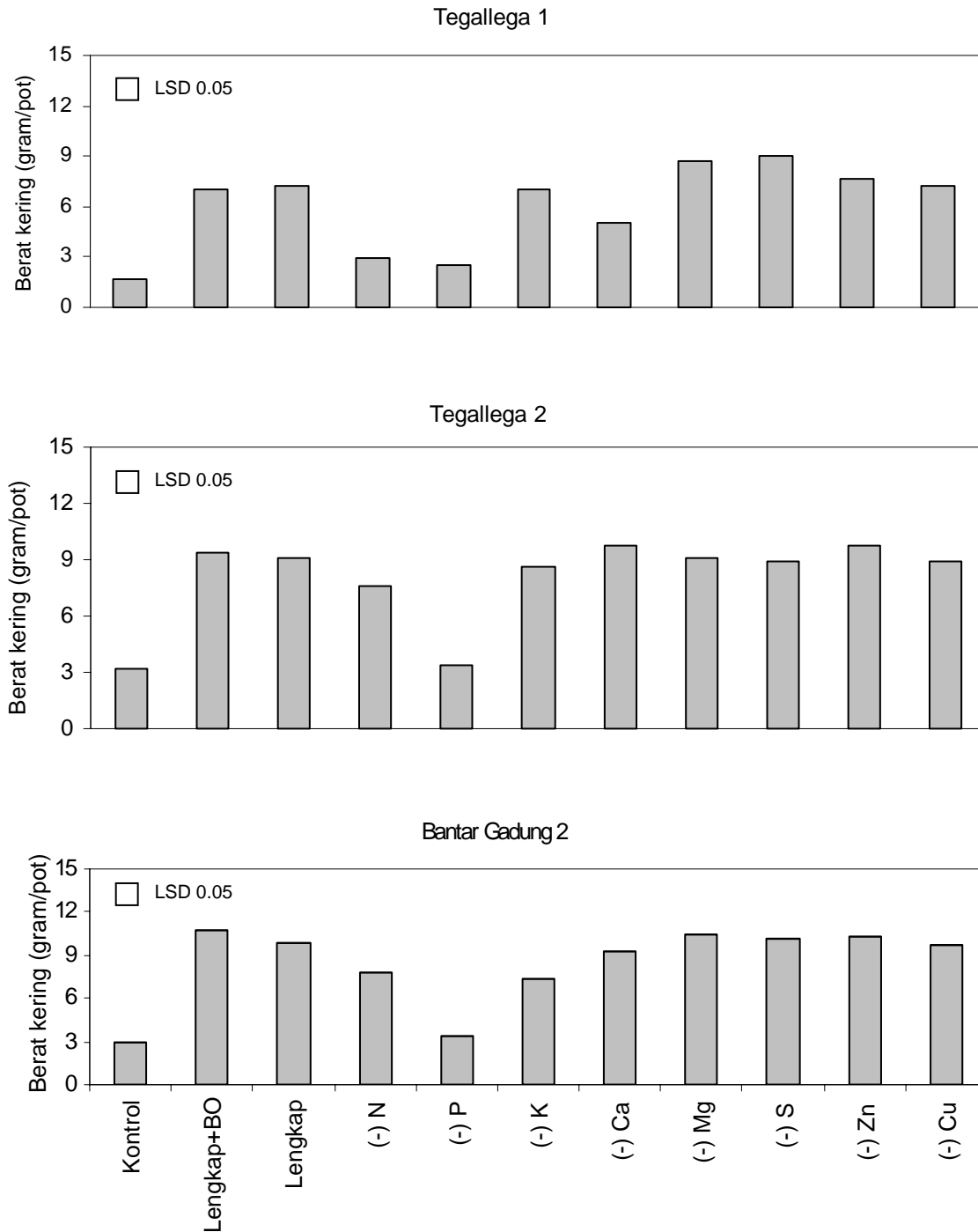
Gambar 2. Pengaruh perlakuan *minus one test* (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Cu, dan -Zn) terhadap masing-masing serapan hara pada Inceptisols dari Sukabumi

Figure 2. Effect of minus one test treatments (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Cu, and -Zn) on each nutrients uptake in Inceptisols of Sukabumi

dalam tanah menjadi rendah. Selanjutnya bahan induk yang miskin hara P ditambah penggunaan pupuk P di lahan kering yang masih rendah menyebabkan kadar P tanah juga rendah. Kadar hara N, P, K tanah ini termasuk rendah, yakni N-total 0,18-10,20 %, P-HCl 18-41 mg P₂O₅/100g, P-Bray 1 4,4-6,8 ppm P₂O₅, K-HCl 7-17 mg K₂O/100g, dan K_{dd} 0,10-0,32 me/100g (Table 1). Kekurangan hara N, P, dan K menyebabkan proses fisiologis tanaman terganggu sehingga pertumbuhan tanaman menurun. N merupakan penyusun tubuh tanaman (2-4%) dalam bentuk

senyawa organik seperti asam amino, protein, dan asam nukleat; P sebagai penyusun *adenosine triphosphate* (ATP) yang merupakan sumber energi yang diperlukan tanaman pada saat respirasi; sedangkan K berperan sebagai penyusun berbagai enzim katalis yang penting dalam proses reaksi biokimia (Mengel and Kirkby, 1982).

Pupuk Ca juga meningkatkan berat kering tanaman pada Inceptisols dari Tegallega 1, sedangkan pada tanah lainnya tidak berpengaruh nyata. Pupuk Mg, S, Zn, dan Cu tidak berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman pada semua tanah Inceptisols dari Sukabumi (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh perlakuan *minus one test* terhadap berat kering tanaman Jagung pada Inceptisols dari Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2, Sukabumi

Figure 3. Effect of *minus one test* treatments on maize dry weight in Inceptisols of Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2, Sukabumi

Dengan demikian hara Ca juga menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, sedangkan hara lainnya tidak. Tingkat pencucian yang intensif di tanah ini menyebabkan sebagian besar kation Ca juga tercuci. Disamping itu bahan induk volkan tua yang relatif miskin akan hara Ca menyebabkan kadar hara Ca tanah rendah sehingga pemberian pupuk Ca diperlukan untuk meningkatkan produktivitas tanahnya. Tanah-tanah yang diteliti termasuk tanah masam dengan $\text{pH} < 5,0$ (Tabel 1). Pada tanah masam kelarutan hara mikro seperti Zn dan Cu tinggi (Brady, 1984), sehingga tidak diperlukan lagi oleh tanaman bahkan ada kemungkinan dapat meracuni tanaman.

Selain hara N, P, K, dan Ca, bahan organik juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung di tanah-tanah yang diteliti (Gambar 3). Dengan demikian bahan organik sangat diperlukan oleh kedua tanah tersebut dalam meningkatkan produktivitas tanahnya. Hasil analisis kandungan bahan organik pada tanah-tanah yang diteliti umumnya rendah, yakni 1,86-2,04 % (Tabel 1). Di daerah tropika basah tingkat pelapukan bahan organik sangat cepat dan tingkat pencucian juga intensif sehingga kadar bahan organik tanah menjadi rendah. Sri Adiningsih dan Mulyadi (1993) mengemukakan pula bahwa hara N, P, dan bahan organik merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung pada Ultisols Lampung. Penelitian yang dilaksanakan di tanah Ultisols Sitiung menunjukkan bahwa pemberian pupuk urea dan bahan organik dapat meningkatkan N-NO_3^- dan NH_4^+ , C-organik, dan KTK tanah, serta meningkatkan hasil padi gogo dan dapat mempertahankan produktivitas jagung di musim berikutnya (Nursyamsi *et al.*, 1996).

Cara mengatasi faktor pembatas hara tanah

Berdasarkan hasil penelitian ini ternyata hara N, P, K, dan bahan organik menjadi pembatas pertumbuhan tanaman jagung di tanah Inceptisols dari Sukabumi karena kadar hara-hara tersebut dan

bahan organik di dalam tanah rendah. Untuk mengatasi faktor pembatas tersebut, maka perlu perbaikan kadar hara dan bahan organik tanah melalui pemupukan yang tepat. Tim Uji Tanah Puslitbangtanak (2002) merekomendasikan penentuan kebutuhan pupuk untuk suatu tanaman berdasarkan uji tanah agar pemupukan lebih efisien. Rekomendasi pupuk untuk tanaman jagung pada tanah ini memerlukan data tanah : tekstur, pH H_2O , C-organik, N-total, KTK, P-Bray 1, K_{dd} , Ca_{dd} , Mg_{dd} , dan Al_{dd} seperti yang tertera pada Tabel 1. Berdasarkan data dari Tabel 1 dan dengan menggunakan rekomendasi dari Tim Uji Tanah Puslitbangtanak (2002) maka dapat disusun rekomendasi pupuk N (urea), P (SP-36), K (KCl), kapur, dan bahan organik (pupuk kandang atau sisa tanaman) untuk tanaman jagung. Selanjutnya untuk mempermudah penghitungan kebutuhan pupuk, Sulaeman dan Nursyamsi (2002) telah menyusun perangkat lunak *Phosphorus and Pottasium Decision Support System* (PKDSS) yang dilengkapi dengan buku petunjuknya.

Pupuk N (Urea)

Penentuan kebutuhan pupuk N berdasarkan kadar N-total tanah, dimana tanah yang berkadar N $< 0,20$, $0,20-0,40$, dan $> 0,40\%$ diberi pupuk urea berturut-turut : 300, 200, dan 100 kg/ha. Selain itu, penghitungan pupuk N juga mempertimbangkan tekstur dan kadar C-organik tanah. Tingkat pencucian N di tanah bertekstur pasir lebih tinggi dibandingkan tekstur lempung dan liat sehingga kebutuhan urea pada tanah pasir dikalikan faktor koreksi (fk) 1,1. Bahan organik dapat meningkatkan efisiensi pupuk N sehingga kebutuhan urea pada tanah berkadar C-organik $> 2\%$ dikalikan fk 0,9. Dengan demikian maka kebutuhan pupuk urea di Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2 berturut-turut adalah : 300, 300, dan 270 kg urea/ha.

Nitrogen di dalam tanah mudah hilang terutama karena tercuci dan menguap sehingga efisiensi pemupukan urea masih rendah. Untuk

mengurangi kehilangan N, disarankan agar pemupukan urea dilakukan secara bertahap, yakni saat sebelum tanam, umur 4 minggu, dan 6 minggu masing-masing 1/3 bagian. Selain itu pupuk urea diberikan dalam larikan dicampur dengan pupuk SP-36 dan KCl.

Pupuk P (SP-36)

Pada tanah masam ($\text{pH} < 5,5$), penentuan kebutuhan pupuk P berdasarkan kadar P tanah terekstrak Bray 1, sedangkan tanah netral dan alkalin ($\text{pH} > 5,5$) berdasarkan P tanah terekstrak Olsen. Kebutuhan pupuk P tanah berkadar P-Bray 1 < 11 , $11-22$, dan > 22 ppm P_2O_5 berturut-turut adalah : 200, 100, dan 50 kg SP-36/ha. Selain itu, penghitungan pupuk P juga mempertimbangkan tekstur, pH, C-organik, dan retensi P tanah. P dapat difiksasi oleh mineral liat (tanah bertekstur liat, $\text{fk} = 1,1$); Al, Fe, dan Ca ($\text{pH} < 4,5$, $\text{fk} = 1,2$, $\text{pH} 4,5-5,5$ dan $> 7,5$, $\text{fk} = 1,1$); dan alofan (retensi P 30-60%, $\text{fk} = 1,2$, retensi P $> 60\%$, $\text{fk} = 1,4$). Seperti halnya terhadap N, bahan organik juga dapat meningkatkan efisiensi pupuk P sehingga pada tanah berkadar C-organik $> 2\%$, kebutuhan pupuk P dikalikan $\text{fk} 0,9$. Dengan demikian maka kebutuhan pupuk P di Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2 masing-masing adalah 240 kg SP-36/ha.

P tidak mobil di dalam tanah sehingga untuk memudahkan aplikasi di lapang disarankan agar semua pupuk P diberikan pada saat sebelum tanam. Efisiensi pupuk P terutama di lahan kering juga masih rendah karena P terfiksasi tanah atau hilang terbawa erosi. Untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P maka sebaiknya pupuk P diberikan di dalam larikan dicampur dengan pupuk urea dan KCl.

Pupuk K (KCl)

Penentuan kebutuhan pupuk K berdasarkan K_{dd} tanah, dimana K_{dd} tanah $< 0,2$, $0,2-0,4$, dan $> 0,4$ me/100g tanah diberi pupuk KCl berturut-turut:

150, 100, dan 50 kg/ha. Selain itu, penghitungan pupuk K juga mempertimbangkan tekstur, kadar C-organik tanah, dan KTK liat. Seperti halnya N, K juga mudah tercuci di dalam tanah terutama di tanah bertekstur pasir atau ber-KTK rendah (tekstur pasir, $\text{fk} = 1,1$; KTK liat < 10 me/100g, $\text{fk} = 1,2$). Selain itu K juga dapat difiksasi terutama oleh mineral liat 2 : 1 seperti pada Vertisols. Jumlah mineral liat 2 : 1 dapat diduga dari nilai KTK liat tanahnya (KTK liat 20-60, $\text{fk} = 1,2$; KTK liat > 60 me/100g, $\text{fk} = 1,4$). Sementara itu karena bahan organik dapat meningkatkan efisiensi pupuk K, maka pada kebutuhan pupuk K tanah berkadar C-organik $> 2\%$ dikalikan $\text{fk} 0,9$. Berdasarkan Tabel 1 maka kebutuhan pupuk K tanah dari Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2 masing-masing adalah 100 kg KCl/ha.

Seperti halnya N, K juga mobil di dalam tanah terutama mudah hilang karena tercuci atau terfiksasi sehingga ketersediaan K untuk tanaman berkurang. Untuk mengurangi kehilangan K maka disarankan pemupukan K sama seperti halnya urea, yakni diberikan ke dalam tanah secara berangsur dan di larikan tanah.

Kapur

Kebutuhan kapur untuk jagung adalah jumlah kapur yang diperlukan oleh tanah hingga kejenuhan Al tanah tidak lebih dari 30 %. Jadi bila kejenuhan Al tanah $< 30\%$ maka tanah tidak perlu dikapur. Berdasarkan formula tersebut maka ketiga tanah ini tidak memerlukan kapur karena kejenuhan Al $< 30\%$, yakni berturut-turut untuk tanah Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar Gadung 2 adalah : 11, 0, dan 2%. Untuk percobaan di rumah kaca kebutuhan kapur ditetapkan berdasarkan jumlah kapur yang diperlukan untuk mencapai pH tanah 6,0. Kebutuhan kapur tanaman jagung untuk aplikasi di lapang yang berdasarkan kejenuhan Al $< 30\%$ lebih efisien dibandingkan berdasarkan pH 6,0.

Bahan organik

Penentuan kebutuhan bahan organik tanah adalah berdasarkan kadar C-organik tanah, dimana tanah berkadar C-organik < 2, 2-4, dan > 4% memerlukan bahan organik berturut-turut 5, 3, dan 2 t/ha. Bahan organik ini bisa berasal dari pupuk kandang maupun sisa hasil panen. Dengan demikian maka tanah di Tegallega 1, Tegallega 2, dan Bantar gadung 2 memerlukan bahan organik berturut-turut 5, 5, dan 3 t/ha. Tanah-tanah di daerah tropika basah umumnya memerlukan bahan organik yang tinggi. Namun demikian aplikasi bahan organik 5 t/ha di lapang tidak mudah, disarankan agar sisa hasil panen dikembalikan ke dalam tanah. Bahan organik sebaiknya dikomposkan terlebih dahulu dan dibenamkan ke dalam tanah pada saat pengolahan tanah.

KESIMPULAN

1. Pemberian pupuk N, P, K, Ca, Mg, Cu, dan Zn meningkatkan kadar hara tanah dan serapan hara masing-masing. Pemberian pupuk Ca (kapur) menurunkan kejenuhan Al tanah dan serapan Al tanaman. Pemberian bahan organik meningkatkan C-organik dan KTK tanah serta serapan hara makro dan mikro tanaman.
2. Hara N, P, dan K merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols dari Sukabumi. Diantara ketiga hara tersebut ternyata hara P merupakan faktor pembatas yang paling menonjol di tanah-tanah yang diteliti. Selain itu kadar C-organik juga merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman jagung di tanah-tanah yang diteliti.
3. Untuk mengatasi faktor pembatas tersebut di atas maka tanah ini perlu dipupuk N, P, K, dan bahan organik. Berdasarkan rekomendasi Tim Uji Tanah Puslitbangtanak (2002), tanaman jagung pada tanah ini memerlukan urea 270-300 kg/ha, SP-36 240 kg/ha, KCl 100 kg/ha, dan bahan organik 3-5 t/ha. Pupuk urea dan KCl sebaiknya diberikan berangsur masing-masing 1/3 bagian

pada saat sebelum tanam, umur 4 dan 6 MST dan dibenamkan di larikan. Pupuk SP-36 dibenamkan seluruhnya sebelum tanam di larikan dicampur dengan pupuk urea dan KCl. Sedangkan bahan organik dikomposkan terlebih dahulu dan dicampur dengan tanah pada saat pengolahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady. 1984.** The Natures and Properties of Soils. Macmillan Publishing Company, New York.
- Buerkert, A., K.G. Cassman, R. de la Piedra, and D.N. Munns. 1990.** Soil Acidity and Liming Effects on Stand, Nodulation, and Yield of Mungbean. *Agronomi Journal* 82:744-748.
- Didi Ardi S., I P.G. Widjaja-Adhi, dan J. Sri Adiningsih. 1986.** Respon Tanaman Jagung Terhadap Pengapuran, Pemupukan Fosfat, dan Bahan Organik pada Tanah Ultisols. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 5:19-22.
- Fathan, R., M. Rahardjo, dan A.K. Makarim. 1988.** Hara Tanaman Jagung. hlm. 67-80 *Dalam* Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1982.** Principles of Plant Nutrition 3rd Ed. International Potash Institute Bern, Switzerland.
- Nursyamsi, D., J. Sri Adiningsih, Sholeh, dan Abdurachman Adimihardja. 1996.** Penggunaan Bahan Organik untuk Meningkatkan Efisiensi Pupuk N dan Produktivitas Tanah Ultisols di Sitiung, Sumbar. *Jurnal Tanah Tropika* 2:26-33.
- Puslittan. 1983.** Term of Reference Type A. Publ. P3MT-PPT, Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000.** Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia, skala 1:1.000.000. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian.
- Satari, G. 1987.** Peranan Fosfor dalam Pembangunan Pertanian di Indonesia. hlm. 13-20 *Dalam* Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk Fosfat. Cipanas, 29 Juni-2 Juli 1987. Pusat Penelitian Tanah, Bogor.

- Soepartini., M., and Sholeh. 1986.** Effect of N and P Fertilizers on Yield of Maize Grown on Typic Paleudults in Lampung for Two Consecutive Season. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 6:19-25.
- Sri Adiningsih. 1987.** Penelitian Pemupukan P pada Tanaman Pangan di Lahan Kering Masam. hlm. 285-308 *Dalam* Prosiding Lokakarya Nasional Penggunaan Pupuk Fosfat. Cipanas, 29 Juni-2 Juli 1987. Pusat Penelitian tanah, Bogor.
- Sri Adiningsih dan Mulyadi. 1993.** Alternatif Teknik Rehabilitasi dan Pemanfaatan Lahan Alang-Alang. hlm . 29-50 *Dalam* Prosiding Pemanfaatan Lahan Alang-Alang untuk Usaha Tani Berkelanjutan. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- 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, Y. dan D. Nursyamsi. 2002.** Penuntun Menggunakan PKDSS (*Phosphorus and Pottasium Decision Support System*). Makalah dipresentasikan pada Forum Komunikasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor 18 April 2002.
- Tim Uji Tanah Puslitbangtanak. 2002.** *Phosphorus and Pottasium Decision Support System* (PKDSS), Rekomendasi Pupuk untuk Tanaman Pangan Berdasarkan Uji Tanah. Makalah dipresentasikan pada Forum Komunikasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor 18 April 2002.
- Tisdale, L.S., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1985.** *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publishing Company, New York.