

Pengaruh Kualitas Lahan terhadap Produktivitas Jagung pada Tanah Vulkanik dan Batuan Sedimen di Daerah Bogor

The influence of Land Quality on Productivity of Maize in Soils Derived from Volcanic and Sedimentary Rocks in the Bogor Area

D. SUBARDJA¹ DAN SUDARSONO²

ABSTRAK

Kualitas lahan, terutama retensi hara dan bahaya keracunan aluminium, dipengaruhi oleh bahan induk dan tingkat perkembangan tanah, dan mempunyai hubungan yang erat dengan produktivitas jagung. Ketersediaan hara lebih banyak dipengaruhi oleh pengelolaan lahan. Penggunaan lahan yang intensif dan pemberian pupuk yang terus-menerus menyebabkan kandungan P tersedia pada tanah lapisan atas tinggi dan hasil jagung yang diperoleh juga tinggi. Penilaian kesesuaian lahan untuk tanaman jagung dengan kriteria yang telah ada menghasilkan kelas kesesuaian lahan yang sama, yaitu kelas S3, yang tidak sesuai dengan kondisi di lapangan dimana produksi jagung sangat bervariasi. Pembatas utama adalah retensi hara (seperti pH dan kejenuhan basa). Ketersediaan hara dari P tersedia dan bahaya keracunan aluminium tidak termasuk dalam kriteria kesesuaian lahan tersebut. Kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman jagung yang dibangun berdasarkan kualitas lahan yang relevan dan produktivitas jagung memberikan hasil kesesuaian lahan yang lebih realistis dan kuantitatif. Kualitas lahan yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman jagung adalah ketersediaan hara, retensi hara, dan bahaya keracunan aluminium yang diduga dari karakteristik lahan P tersedia, pH, dan Al yang dapat dipertukarkan. Kebutuhan data yang sedikit akan menyebabkan proses evaluasi lahan lebih mudah, lebih cepat, murah, dan akurat. Pemberian pupuk P dan pengapuran sangat direkomendasikan untuk meningkatkan produktivitas jagung di daerah penelitian, terutama pada tanah masam yang berkembang dari batuan sedimen.

Key words: Kualitas lahan, Produktivitas jagung, Bahan induk, Kriteria kesesuaian lahan

ABSTRACT

Land quality has a good relationship with the productivity of maize which is influenced by parent materials and soil development, especially the nutrient retention and aluminum toxicity. Nutrient availability is strongly influenced by land management. On the intensively land use and continuously fertilizer applied is showing a high content of available P at top soil and give a high yielding of maize. Result of land evaluation in the study area by using the existing criteria of land suitability of maize indicated the same class of land suitability of S3 and therefore not suited to the field condition. The main limitation was a nutrient retention (i.e. pH, base saturation). Nutrition availability of available P and toxicity of aluminum are excluded in the criteria. Land suitability criteria of maize were built by relevant land qualities and productivity of maize gave more realistic and quantitative results of land suitability of the area.

The most influenced of land quality to the maize productivity are nutrient availability, nutrient retention and aluminum toxicity by mean of land characteristics of available P, pH and exchangeable Al. A few data required for land evaluation and therefore it will be easily to be processed, faster, efficient and accurately. Application of the P fertilizer and liming are strongly recommended for the area, especially on the acid soils of sedimentary rock to increase the productivity of maize.

Key words: Land quality, Productivity of maize, Parent material, Land suitability criteria

PENDAHULUAN

Pengembangan pertanian di lahan kering mempunyai harapan yang sangat besar untuk mewujudkan pertanian tangguh di masa mendatang, mengingat potensi dan luas lahannya yang jauh lebih besar dari pada lahan sawah dan lahan gambut. Selain itu, lahan kering sangat berpeluang dalam pengembangan berbagai komoditas andalan dan memberikan sumbangan cukup besar terhadap penyediaan pangan nasional (Tim Badan Litbang Pertanian, 1998). Berdasarkan kondisi iklimnya, lahan kering di Indonesia dibedakan atas lahan kering beriklim basah dan lahan kering beriklim kering. Lahan kering beriklim basah mempunyai tipe hujan A, B, dan C (Schmidt dan Ferguson, 1951), tersebar cukup luas (meliputi 74,58 juta ha), dan sekitar 49 juta ha merupakan lahan potensial untuk pengembangan pertanian tanaman pangan. Kendala utamanya adalah tingkat produktivitas yang rendah, dicirikan oleh reaksi tanah masam, miskin hara, bahan organik rendah, dan kandungan besi, mangan, dan aluminium melebihi batas toleransi tanaman, serta tanah peka terhadap erosi (Hidayat *et al.*, 2000).

1. Peneliti pada Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor

2. Guru Besar Fakultas Pertanian, IPB, Bogor

Umumnya di daerah tropika basah seperti Indonesia, selain faktor iklim dan topografi, faktor bahan induk tanah paling dominan pengaruhnya terhadap sifat dan ciri tanah yang terbentuk serta potensinya untuk pertanian (Buol *et al.*, 1980). Keragaman bahan induk tanah menyebabkan keanekaragaman sifat dan jenis tanah yang terbentuk. Pada kondisi iklim basah dengan curah hujan dan suhu udara tinggi, pelapukan bahan induk berjalan sangat intensif untuk membentuk tanah-tanah berlapukan tinggi (Mohr *et al.*, 1972), dan kondisi tersebut cenderung menurunkan kualitas lahan dan tingkat produktivitas pertanian sebagaimana dilaporkan oleh Sys (1978). Penurunan produksi pertanian pada lahan kering akan dipercepat lagi oleh adanya erosi yang terjadi secara alami atau karena penggunaan lahan yang tidak sesuai (Arsyad, 1989).

Evaluasi kesesuaian lahan sangat diperlukan untuk perencanaan penggunaan lahan yang produktif dan lestari. Potensi dan kendala penggunaan lahan dapat diidentifikasi sejak awal sehingga pengelolaan lahan dapat dilakukan lebih baik dan terarah sesuai dengan komoditas yang akan dikembangkan (FAO, 1976). Metode evaluasi lahan telah dikembangkan di Indonesia, baik secara manual ataupun komputerisasi. Namun demikian metode tersebut masih belum baku, sehingga seringkali terjadi kesalahan dalam penilaian kelas kesesuaian lahan atau pada lokasi yang sama memberikan hasil penilaian yang berbeda. Hal ini terutama disebabkan oleh perbedaan dalam penetapan kriteria kesesuaian lahan dan pengam-

bilan keputusan dalam klasifikasi kesesuaian lahan (Hardjowigeno *et al.*, 1999).

Kriteria kesesuaian lahan yang telah disusun oleh Djaenudin *et al.* (2003) untuk berbagai komoditas pertanian di Indonesia, termasuk jagung, masih bersifat umum. Kriteria tersebut didasarkan kepada pengalaman empiris terhadap penggunaan lahan dan belum secara spesifik untuk lahan kering. Penelitian yang berkaitan dengan penetapan kriteria kesesuaian lahan untuk tipe penggunaan lahan berbasis jagung di lahan kering berdasarkan kualitas lahan yang relevan dan produktivitas tanaman jagung belum dilakukan. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: 1) mempelajari pengaruh keragaman bahan induk dan perkembangan tanah terhadap kualitas lahan dan tingkat produktivitas tanaman jagung, 2) mengidentifikasi faktor-faktor pembatas penggunaan lahan dan kebutuhan minimum data kualitas lahan untuk evaluasi lahan, dan 3) menetapkan kriteria kesesuaian lahan kering untuk tanaman jagung pada tingkat pengelolaan rendah dan sedang.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian dilaksanakan di tujuh lokasi berbeda di Kabupaten dan Kota Bogor mulai bulan Mei 2003 sampai Juni 2004. Menurut LPT (1966) tanah-tanah di daerah penelitian adalah Latosol, Podsolik, Mediteran, dan Brown Forest. Bahan induk pembentuk tanah, jenis-jenis tanah serta padanannya menurut Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1999) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan induk dan tanah di lokasi penelitian

Table 1. Soils and parent materials of the experimental sites

Kode	Lokasi	Bahan induk	Klasifikasi tanah	
			LPT 1966	Taksonomi tanah
B1	Cimanggu	Volkanik intermedier	Latosol coklat	Oxyaquic Dystrudepts
B2	Gunung Sindur	Volkanik intermedier	Latosol merah	Typic Eutradox
B3	Cikopomayak	Sedimen masam	Podsolik Merah Kuning	Typic Hapludults
B4	Tegalwangi	Sedimen masam	Podsolik Merah Kuning	Typic Haplohumults
B5	KP-IPB Jonggol	Sedimen basa (batu gamping)	Brown Forest	Lithic Hapludolls
B6	Melati Jonggol	Sedimen basa (batu gamping)	Mediteran	Aquic Eutrudepts
B7	Ciukuy Jonggol	Sedimen basa (batu gamping)	Mediteran	Typic Hapludalfs

Penelitian ini terdiri atas 4 tahapan kegiatan, yaitu: 1) karakterisasi lahan dan identifikasi tipe penggunaan lahan, 2) percobaan lapangan, 3) evaluasi kesesuaian lahan, dan 4) penyusunan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman jagung.

Metode

Karakterisasi lahan dan identifikasi tipe penggunaan lahan

Kegiatan karakterisasi lahan bertujuan untuk mengumpulkan data karakteristik tanah dan iklim yang berhubungan dengan kualitas lahan yang digunakan dalam evaluasi lahan di lahan kering, yaitu suhu, ketersediaan air, ketersediaan oksigen, media perakaran, ketersediaan hara, retensi hara, toksisitas, bahaya erosi dan penyiapan lahan (FAO, 1983; Djaenudin *et al.*, 2003). Karakterisasi lahan yang dilakukan di 7 lokasi penelitian meliputi pengamatan tubuh tanah dan faktor fisik lingkungannya (lereng, vegetasi/penggunaan lahan, keadaan batuan di permukaan, dan lain-lain.), dan pengumpulan data iklim. Metode pengamatan tubuh tanah mengikuti FAO (1978). Klasifikasi tanah ditetapkan menurut Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 1999).

Contoh tanah dari setiap lapisan tubuh tanah dan contoh komposit lapisan atas (0-20 cm) diambil untuk dianalisis sifat-sifat fisik, kimia dan mineralogi tanah di Laboratorium Balai Penelitian Tanah untuk tujuan klasifikasi tanah dan evaluasi kesesuaian lahan. Analisis sifat-sifat fisik tanah meliputi penetapan bobot isi, permeabilitas, kapasitas air tersedia, ruang pori total, distribusi ukuran pori, dan tekstur tanah. Analisis sifat-sifat kimia tanah meliputi penetapan pH, C-organik, N-total, P dan K total, P-tersedia, KTK, KB, dan Al-dd. Analisis mineralogi tanah meliputi analisis mineral pasir total dan analisis mineral liat dengan alat difraksi sinar-X. Jenis dan metode analisis tanah mengikuti *Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples* (SCS-USDA, 1982). Pendugaan besarnya erosi yang terjadi di masing-masing lokasi dihitung dengan USLE (Wischmeier dan Smith, 1978).

Data iklim hasil pengamatan selama 10-20 tahun dikumpulkan dari stasiun iklim Cimanggu, Gunung Sindur, Jasinga dan Jonggol. Data tersebut terdiri atas rata-rata curah hujan bulanan, hari hujan, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari untuk keperluan klasifikasi iklim, perhitungan neraca air dan lamanya masa pertumbuhan (*length of growing period*). Besarnya evapotranspirasi potensial (ET_0) dan neraca air dihitung dengan program CropWat (Clarke, 1998). Kebutuhan air untuk tanaman jagung ditetapkan sebesar $ET_0 \times K_c$ ($= 0,80$) menurut Doorenbos dan Pruitt (1984).

Identifikasi tipe penggunaan lahan dilakukan dengan mengamati jenis penggunaan lahan dan wawancara dengan petani setempat. Tipe penggunaan lahan untuk jagung dibedakan berdasarkan input produksi terutama pupuk (FAO, 1983).

Percobaan lapangan

Percobaan lapangan dilakukan di 7 lokasi dalam satu musim tanam (Oktober 2003 sampai Februari 2004) dan bertujuan untuk mempelajari pengaruh bahan induk dan tingkat perkembangan tanah terhadap kualitas lahan dan produktivitas jagung pada tipe penggunaan lahan tertentu. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Petak Terpisah (Mattjik dan Sumertajaya, 2002) dengan tiga ulangan, dimana jenis tanah sebagai petak utama dan perlakuan pengelolaan lahan sebagai anak petak. Semua lokasi penelitian tergolong datar atau dteras. Perlakuan pengelolaan lahan dibedakan dalam 2 tingkat, yakni:

- (1) TPL-1 = input rendah atau tanpa pupuk dan
- (2) TPL-2 = input sedang dengan pemberian 200 kg Urea + 200 kg SP-36 + 100 kg KCl + 1.000 kg bokasi per ha.

Tanaman jagung varietas Bisma digunakan sebagai indikator dan ditanam pada jarak tanam 20 x 70 cm. Petak percobaan berukuran 4 m x 5 m. Komponen produksi yang diamati adalah bobot

brangkas kering dan bobot biji jagung kering (kadar air 14%). Hubungan antara karakteristik tanah dan produksi jagung dipelajari melalui hasil analisis sifat-sifat kimia dari contoh tanah komposit dari setiap petak diambil pada saat panen untuk dianalisis sifat-sifat kimianya.

Evaluasi kesesuaian lahan

Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dengan cara membandingkan antara kualitas/karakteristik lahan dengan persyaratan penggunaan lahan (FAO, 1976). Kesesuaian lahan untuk tipe penggunaan lahan berbasis jagung dievaluasi dengan cara membandingkan kualitas/karakteristik lahan dari setiap lokasi dengan kriteria kesesuaian lahan yang disusun oleh Djaenudin *et al.* (2003). Hasil penilaian kesesuaian lahan dibandingkan dengan hasil percobaan lapangan untuk mengetahui kecocokan metode tersebut serta upaya perbaikan kriteria kesesuaian lahan berdasarkan kualitas lahan yang relevan dan berpengaruh terhadap produktivitas jagung. Kisaran produksi jagung untuk kelas kesesuaian lahan pada tingkat pengelolaan sedang dan rendah masing-masing ditetapkan setara dengan 0,8 dan 0,6 dari produksi optimal dengan input tinggi (Wood dan Dent, 1983) yang dihasilkan lembaga penelitian yaitu sebesar 6 t ha⁻¹ biji jagung kering varietas Bisma (Suprpto dan Marzuki, 2004).

Penyusunan kriteria kesesuaian lahan

Kriteria kesesuaian lahan untuk tipe penggunaan lahan berbasis jagung dengan input rendah dan sedang disusun berdasarkan kualitas lahan yang relevan di lahan kering dan sangat berpengaruh terhadap produksi tanaman jagung. Kualitas lahan ditetapkan berdasarkan karakteristik lahan yang berkorelasi baik dan nyata pengaruhnya terhadap produksi jagung. Kisaran nilai dari setiap karakteristik lahan ditetapkan dengan analisis regresi kuadratik dan metode *trial and error* dari hubungan karakteristik lahan tersebut dengan produksi jagung serta kisaran produksi optimal dari setiap kelas

kesesuaian lahan pada tipe penggunaan lahan tertentu. Validasi terhadap kriteria kesesuaian lahan tersebut dilakukan dengan uji-coba di lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik lahan kering

Karakteristik iklim

Iklim di semua lokasi penelitian termasuk ke dalam tipe iklim Afa dan tipe hujan A, kecuali Gunung Sindur termasuk tipe hujan B yang relatif lebih kering (Schmidt dan Ferguson, 1951). Curah hujan rata-rata bulanan di Gunung Sindur masih di atas 100 mm sehingga sangat kecil peluang terjadinya kekeringan atau tanaman kekurangan air (Pramudya, 2002). Hal ini sejalan dengan hasil kajian FAO (1980) yang melaporkan bahwa lama periode pertumbuhan tanaman di sekitar Bogor adalah 330-360 hari per tahun atau tanaman pangan lahan kering seperti jagung dapat diusahakan hampir sepanjang tahun. Neraca air yang dihitung berdasar-kan data dari stasiun Cimanggu menunjukkan bahwa curah hujan bulanan masih lebih besar daripada kehilangan air melalui evapotranspirasi atau kebutuhan air selama pertumbuhan tanaman jagung. Suhu udara rata-rata bulanan berkisar antara 25-28°C. Ditinjau dari aspek iklim, kualitas lahan (dari suhu udara dan ketersediaan air) tergolong sesuai dan tidak merupakan faktor pembatas terhadap penggunaan lahan untuk jagung (Djaenudin *et al.*, 2003).

Karakteristik tanah

Tanah-tanah di lokasi penelitian berkembang dari 3 macam bahan induk tanah dan diklasifikasikan ke dalam Dystrudepts (B1) dan Eutrudox (B2) dari tufa vulkan intermedier, Hapludults (B3) dan Haplohumults (B4) dari batuan sedimen masam serta Hapludolls dangkal (B5 < 50 cm), Eutrudepts (B6) dan Hapludalfs (B7) dari batuan sedimen basa. Erosi permukaan di lahan percobaan sangat rendah. Hasil

Tabel 2. Karakteristik tanah di setiap lokasi penelitian*Table 2. Soil characteristics in every study area*

Kualitas/karakteristik tanah	Satuan	Kode lokasi						
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>Ketersediaan air :</i>								
Air tersedia	%vol	13,9	11,5	10,3	12,3	11,0	11,8	12,0
<i>Ketersediaan oksigen :</i>								
Kelas drainase		at	b	s	b	s	at	s
Pori aerasi	%vol	11,1	17,7	7,8	12,8	9,8	10,2	12,3
<i>Media perakaran :</i>								
Tekstur		halus	halus	halus	halus	halus	halus	halus
Bahan kasar	%	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Kedalaman efektif	cm	> 120	> 120	> 120	> 120	46	80	73
Bobot isi	g cc ⁻¹	1,10	0,98	1,07	0,90	1,04	1,29	1,28
<i>Ketersediaan hara :</i>								
N-total	%	0,18	0,16	0,20	0,28	0,20	1,13	0,10
P-tersedia	ppm	79,90	14,32	10,80	12,70	16,60	50,60	5,40
K-dd	cmol _c kg ⁻¹	0,68	0,13	0,14	0,22	0,14	0,13	0,05
<i>Daya retensi hara :</i>								
KTK liat	cmol _c kg ⁻¹	28,71	14,61	26,67	42,00	64,95	47,49	46,11
Kejenuhan basa	%	49,0	47,5	13,5	30,0	100,0	100,0	69,0
pH		4,9	4,8	4,2	4,2	6,5	5,6	5,1
C-organik	%	1,39	1,22	1,66	1,95	1,30	1,01	0,91
<i>Bahaya keracunan :</i>								
Kejenuhan Al	%	3,7	16,0	81,0	59,0	0,0	0,0	35,5
Al-dd	cmol _c kg ⁻¹	0,35	1,47	7,34	9,43	0,00	0,07	4,34
<i>Bahaya erosi :</i>								
Lereng	%	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Bahaya erosi		sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr
<i>Penyiapan lahan :</i>								
Batuan di permukaan	%	0	0	< 2	< 2	< 2	< 2	0
Singkapan batuan	%	0	0	0	0	0	0	0

Drainase : at = agak terhambat, s = sedang, b = baik

Bahaya erosi : sr = sangat rendah

perhitungan pendugaan besarnya erosi yang terjadi di lokasi penelitian berkisar dari 1,58-9,32 t ha⁻¹ tahun⁻¹ dan masih jauh di bawah erosi yang diperbolehkan (Hammer *dalam* Arsyad, 1989) sebesar 11,96-35,28 t ha⁻¹ tahun⁻¹.

Tanah-tanah dari bahan vulkanik mempunyai sifat fisik relatif lebih baik daripada tanah-tanah dari batuan sedimen. Mineral liat didominasi oleh tipe 1:1 (haloisit dan kaolinit). Sifat kimia tanahnya agak bervariasi, reaksi tanah masam, kadar hara terutama P tersedia dan Al-dd relatif baik, kecuali tanah terlapuk lanjut (Eutradox) mempunyai reaksi tanah lebih masam, P tersedia lebih rendah dan Al-dd lebih tinggi (Tabel 2) Tanah-tanah dari batuan sedimen

basa mempunyai kedalaman efektif agak dangkal sampai dalam, dan mineral liat didominasi oleh tipe 2:1 (montmorilonit) sehingga tanah sangat lengket bila basah. Struktur gumpal bersudut, konsistensi agak teguh sampai teguh, drainase agak terhambat, permeabilitas lambat dan bobot isi lebih tinggi, reaksi tanah agak masam sampai netral di lapisan bawahnya, kejenuhan basa tinggi, Al-dd rendah dan P tersedia sedang sampai sangat rendah. Sedangkan sifat kimia tanah dari batuan sedimen masam sangat jelek, selain reaksi tanah yang sangat masam juga kadar P tersedia sangat rendah dan kejenuhan aluminium atau Al-dd sangat tinggi yang dapat bersifat racun bagi tanaman jagung.

Tabel 3. Produksi jagung di setiap lokasi penelitian*Table 3. Production of maize in each study site*

Kode lokasi	Klasifikasi tanah	Bobot kering			
		Brangkasan		Biji jagung	
		TPL-1	TPL-2	TPL-1	TPL-2
..... t ha ⁻¹					
B1	Oxyaquic Dystrudepts	4,13 Ba	6,43 Aa	2,71 Ba	4,89 Aa
B2	Typic Eutradox	1,87 Bc	2,78 Aed	1,39 Bc	2,16 Ac
B3	Typic Hapludults	0,43 Be	2,11 Ae	0,29 Be	1,19 Ad
B4	Typic Haplohumults	1,38 Bd	3,55 Ac	0,59 Bd	1,31 Ad
B5	Lithic Hapludolls	1,77 Bc	4,92 Ab	1,37 Bc	3,48 Ab
B6	Aquic Eutrudepts	3,22 Bb	6,16 Aa	1,89 Bb	4,80 Aa
B7	Typic Hapludalfs	0,49 Be	3,02 Acd	0,21 Be	2,08 Ac

Angka-angka yang diikuti huruf kecil sama menurut kolom dan huruf besar sama menurut baris dalam kelompok variabel yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Kadar P tersedia yang cukup tinggi pada lapisan atas Dystrudepts dan Eutrudepts berhubungan dengan pengelolaan lahan yang intensif dan pemberian pupuk P yang terus menerus. Sifat fisik tanah di semua lokasi penelitian belum menjadi faktor pembatas terhadap penggunaan lahan, terutama menyangkut ketersediaan oksigen (drainase) dan media perakaran (tekstur dan kedalaman efektif) untuk tanaman jagung. Sedangkan sifat kimia tanahnya terutama faktor ketersediaan hara (P), retensi hara (pH) dan bahaya keracunan aluminium akan menjadi pembatas yang cukup serius dan perlu ditangani secara baik, khususnya pada tanah-tanah dari batuan sedimen masam.

Tipe penggunaan dan produktivitas lahan kering

Tipe penggunaan lahan (TPL) berbasis jagung di lokasi penelitian dibedakan berdasarkan input (terutama pupuk) yang diberikan, yaitu: 1) TPL-1: jagung-input rendah dan 2) TPL-2: jagung-input sedang. Produktivitas lahan kering untuk jagung di sekitar lokasi penelitian berkisar dari 2,78-3,19 t ha⁻¹ dan rata-rata produksi Kabupaten Bogor sebesar 3,09 t ha⁻¹ (Dinas Pertanian Kabupaten Bogor,

2004). Bila dibandingkan dengan potensi produksi jagung varietas Bisma yang mencapai 6 t ha⁻¹ (Suprpto dan Marzuki, 2004), maka produktivitas lahan kering di Kabupaten Bogor masih tergolong rendah dan dapat ditingkatkan dengan teknologi pengelolaan lahan yang sesuai.

Hasil percobaan lapang di 7 lokasi disajikan pada Tabel 3. Perlakuan TPL-1 (input rendah), menghasilkan jagung yang cukup bervariasi, mulai dari 0,21 t ha⁻¹ (B7) sampai 2,71 t ha⁻¹ biji kering (B1). Sedangkan pada TPL-2 (input sedang) terlihat perbedaan produksi yang nyata lebih tinggi dan bervariasi menurut jenis dan atau bahan induk pembentuk tanah. Tanah-tanah yang telah lama digunakan secara intensif dan dipupuk terus-menerus, menunjukkan sifat kimia yang relatif lebih baik terutama ketersediaan hara P. Di lokasi B1 (Cimanggu) dan B6 (Jonggol), yang saat ini digunakan sebagai kebun percobaan tanaman pangan dan lahan sawah tadah hujan, kadar hara P tersedia tergolong tinggi. Sedangkan pada tanah-tanah yang sering diberakan (B3 dan B7) kandungan P-tersedia dalam tanah tergolong sangat rendah. Perbedaan sifat tanah tersebut diduga memberikan kontribusi yang nyata terhadap produksi jagung,

dimana produksi jagung pada B1 dan B6 cukup tinggi, sedangkan pada B3 dan B7 tergolong sangat rendah.

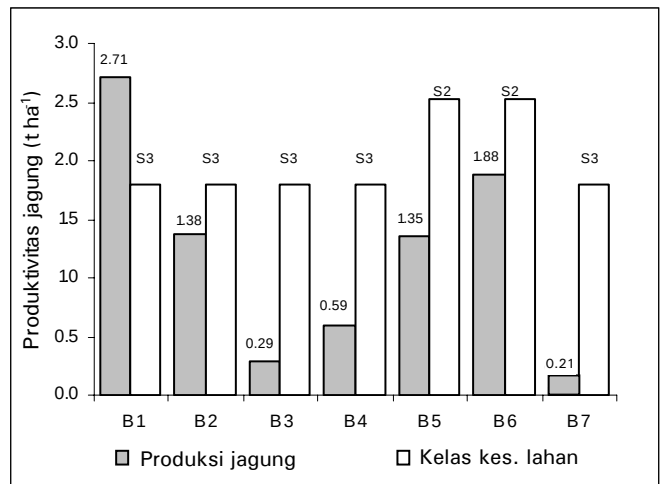
Pengaruh bahan induk dan perkembangan tanah terhadap kualitas lahan

Bahan induk dan perkembangan tanah berpengaruh terhadap kualitas lahan, terutama kepada retensi hara dan bahaya keracunan, sedangkan pengelolaan tanah berpengaruh pada ketersediaan hara. Retensi hara untuk keperluan evaluasi lahan biasanya diduga dari kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB), dan pH tanah, sementara bahaya keracunan aluminium diduga dari kejenuhan aluminium atau aluminium yang dapat dipertukarkan (Al-dd). Nilai kejenuhan basa dan pH dari tanah-tanah yang berkembang dari bahan vulkanik lebih rendah dibanding tanah-tanah dari batuan sedimen basa, namun relatif masih lebih baik dibanding dengan tanah-tanah dari batuan sedimen masam. Sedangkan kejenuhan aluminium atau kadar Al-dd pada tanah-tanah dari batuan sedimen masam lebih tinggi dibanding dengan tanah-tanah dari kedua bahan induk lainnya. KTK liat pada tanah-tanah vulkanik, yang didominasi oleh tipe liat 1:1, lebih rendah dibanding tanah-tanah dari batuan sedimen yang mengandung tipe liat 2:1 (montmorilonit) dan KTK liat menurun pada tanah-tanah yang terlapuk lanjut (Typic Eutrudox). Kadar dan kejenuhan aluminium yang tinggi pada tanah-tanah dari batuan sedimen masam diduga berasal dari liat 2:1 (montmorilonit) yang rusak akibat lingkungan yang sangat masam (Grim, 1968; Buol *et al.*, 1980). Kadar Al-dd yang tinggi dan kejenuhan Al yang lebih dari 60% dalam tanah dapat bersifat toksik terhadap pertumbuhan tanaman pangan serta menurunkan ketersediaan P dalam tanah (FAO, 1983; Hardjowigeno, 1993).

Evaluasi kesesuaian lahan

Evaluasi kesesuaian lahan berdasarkan kriteria kesesuaian lahan (Djaenudin *et al.*, 2003) pada se-

tiap lokasi penelitian menunjukkan bahwa hampir semua tanah tergolong sesuai marginal (kelas S3) untuk tanaman jagung dengan pembatas utama adalah retensi hara (pH dan KB). Khusus Lithic Hapludolls (B5) dan Aquic Eutrudepts (B6), kedua tanah ini tergolong cukup sesuai (kelas S2) dengan sedikit pembatas yaitu suhu udara dinilai terlalu panas, kedalaman efektif dangkal, dan pH sedikit masam. Hasil penilaian kelas kesesuaian lahan ini tidak sesuai dengan potensi lahan seperti ditunjukkan oleh produksi jagung hasil percobaan lapang (Gambar 1).



Gambar 1. Produksi jagung tanpa input dan kelas kesesuaian lahan

Figure 1. Production of maize without input against land suitability class

Kualitas lahan ketersediaan hara dan bahaya keracunan aluminium belum masuk dalam kriteria yang disusun oleh Djaenudin *et al.* (2003) tersebut. Kriteria kesesuaian lahan yang digunakan selama ini masih perlu diperbaiki dan disempurnakan dengan memasukkan faktor-faktor yang diperlukan. Oleh karena itu perlu ditetapkan kualitas/karakteristik lahan yang sesuai di lahan kering terutama berkaitan dengan ketersediaan hara, retensi hara dan bahaya keracunan aluminium yang tampak sangat berpengaruh di daerah penelitian.

Tabel 4. Kriteria kesesuaian lahan untuk jagung input rendah*Table 4. Land suitability criteria for maize of low input*

Kualitas lahan	Kelas kesesuaian lahan				
	S1	S2	S3	N1	N2
	 t ha ⁻¹ per musim tanam.....				
<i>Ketersediaan hara :</i>					
P-tersedia (ppm)	> 70	43-70	26-42	< 26	< 26
<i>Retensi hara :</i>					
pH	4,7-5,6	5,7-6,0	6,1-6,5	> 6,5	> 6,5
		4,4-4,6	4,0-4,3	< 4,0	< 4,0
<i>Bahaya keracunan :</i>					
Al-dd (cmol _c kg ⁻¹)	< 1,25	1,25-2,56	2,57-4,54	> 4,54	> 4,54

Indeks produksi : S1 > 2,88; S2 = 2,16-2,88; S3 = 1,44-2,15; N1 dan N2 < 1,44 t ha⁻¹

Tabel 5. Kriteria kesesuaian lahan untuk jagung input sedang*Table 5. Land suitability criteria for maize of medium input*

Kualitas lahan	Kelas kesesuaian lahan				
	S1	S2	S3	N1	N2
	 t ha ⁻¹ per musim tanam.....				
<i>Retensi hara :</i>					
pH	4,7-5,8	4,4-4,6	4,0-4,3	< 4,0	< 4,0
		5,9-6,2	6,3-6,5	> 6,5	> 6,5
<i>Bahaya keracunan :</i>					
Al-dd (cmol _c kg ⁻¹)	< 1,65	1,65-2,86	2,87-5,32	> 5,32	> 5,32

Kriteria kesesuaian lahan untuk tipe penggunaan lahan berbasis jagung

Matriks korelasi dan analisis regresi kuadratik antara sifat-sifat tanah dengan produksi jagung menunjukkan bahwa P-tersedia, pH, dan Al-dd merupakan karakteristik lahan yang sangat berpengaruh terhadap produksi jagung di lokasi penelitian. Persamaan regresi kuadratik antara bobot biji kering jagung (BBK) dan karakteristik lahan tersebut adalah sebagai berikut:

TPL-1: Jagung Input Rendah:

BBK vs P-tersedia :

$$Y = -0,0791 + 0,0705X - 0,0001X^2 \quad R^2 = 0,89$$

BBK vs pH :

$$Y = -39,28 + 15,97X - 1,53X^2 \quad R^2 = 0,76$$

BBK vs Al-dd :

$$Y = 1,81 - 0,19X \quad R^2 = 0,62$$

TPL-2: Jagung Input Sedang:

BBK vs pH :

$$Y = -67,68 + 27,23X - 2,55X^2 \quad R^2 = 0,85$$

BBK vs Al-dd :

$$Y = 5,16 - 0,41X \quad R^2 = 0,67$$

Dengan menggunakan persamaan regresi kuadratik tersebut dan metode *trial and error* serta kisaran produksi jagung untuk masing-masing kelas kesesuaian lahan maka kriteria kesesuaian lahan untuk tipe penggunaan lahan berbasis jagung input rendah (TPL-1) dan input sedang (TPL-2) di lokasi penelitian adalah seperti pada Tabel 4 dan 5.

Kriteria pada Tabel 4 dan 5 tersebut merupakan perbaikan atau tambahan terhadap kriteria kesesuaian lahan Djaenudin *et al.* (2003) bila akan diterapkan di luar lokasi penelitian yang mempunyai karakteristik lingkungan fisik yang berbeda. Kesesuaian lahan yang dinilai berdasarkan

faktor pembatas maksimum dikelompokkan ke dalam 5 kelas, yakni S1 (sangat sesuai), S2 (cukup sesuai), S3 (sesuai marjinal), N1 (tidak sesuai saat ini), dan N2 (tidak sesuai permanen). Kisaran produksi jagung input rendah (TPL-1) ditetapkan berdasarkan indeks produksi (FAO 1983; Wood dan Dent 1983), disajikan pada Tabel 6. Kualitas lahan ketersediaan hara P pada TPL-2 sudah terpenuhi dengan pemupukan dan menunjukkan korelasi yang rendah dengan produksi jagung sehingga tidak diperlukan lagi dalam penyusunan kriteria kesesuaian lahan.

Tabel 6. Kisaran produksi jagung untuk tiap kelas kesesuaian lahan

Table 6. Corn production ranges of every land suitability class

Kelas kesesuaian lahan	Indeks produksi	
	TPL-1	TPL-2
	 t ha ⁻¹	
S1	> 2,88	> 3,84
S2	2,16-2,88	2,88-3,84
S3	1,44-2,15	1,92-2,87
N1	0,72-1,43	0,96-1,91
N2	< 0,72	< 0,96

Kesesuaian lahan di lokasi penelitian yang dievaluasi dengan menggunakan kriteria yang telah diperbaiki menghasilkan kelas-kelas kesesuaian lahan yang sesuai dengan potensi lahan dan produksi jagung dari setiap TPL yang dievaluasi (Tabel 7). Upaya perbaikan lahan berdasarkan faktor pembatasnya, terutama pada tanah-tanah sangat masam

dari batuan sedimen masam perlu dilakukan dengan cara pemberian pupuk P untuk peningkatan ketersediaan hara P, dan juga pemberian kapur untuk menetralkan kemasaman tanah dan mencegah bahaya keracunan aluminium.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kualitas lahan ketersediaan hara, retensi hara dan bahaya keracunan yang sangat berpengaruh terhadap produksi jagung di lahan kering beriklim basah ditentukan oleh P-tersedia, pH dan Al-dd. Retensi hara dan bahaya keracunan berhubungan erat dengan bahan induk dan tingkat perkembangan tanahnya, sedangkan ketersediaan hara lebih ditentukan oleh pengelolaan lahan.
2. Kasus di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kriteria kesesuaian lahan yang disusun berdasarkan pendekatan kualitas lahan yang relevan dan produktivitas jagung lebih sesuai dengan potensi lahannya. Parameter karakteristik lahan yang diperlukan lebih sedikit, sehingga proses evaluasi kesesuaian lahan menjadi lebih cepat, relatif murah, dan mudah dengan hasil yang akurat.
3. Tanah-tanah di lokasi penelitian, terutama yang berkembang dari batuan sedimen masam, selain perlu pemberian pupuk P juga perlu pengapuran untuk menetralkan kemasaman tanah dan mencegah bahaya keracunan aluminium.

Tabel 7. Pengujian lapangan terhadap kriteria kesesuaian lahan

Table 7. Validation of the land suitability criteria

Kode lokasi	Jenis tanah	TPL-1		TPL-2	
		Kesesuaian lahan	Produksi jagung	Kesesuaian lahan	Produksi jagung
			t ha ⁻¹		t ha ⁻¹
B1	Oxyaquic Dystrudepts	S2-nr	2,71	S1	4,89
B2	Typic Eutrudox	N1-na	1,39	S3-nr	2,16
B3	Typic Hapludults	N1-nax	0,29	N1-nr,x	1,19
B4	Typic Haplohumults	N1-nax	0,59	N1-nr,x	1,31
B5	Lithic Hapludolls	N1-na	1,37	S2-nr	3,48
B6	Aquic Eutrudept	S3-na	1,89	S1	4,80
B7	Typic Hapludalf	N2-na	0,21	S3-x	2,08

Faktor pembatas : na: ketersediaan hara (P), nr: retensi hara (pH), x: bahaya keracunan (Al)

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989.** Konservasi Tanah dan Air. Cetakan ke-1. IPB-Bogor.
- Buol, S.W., F.D. Hole, and R.J. Mc Craken. 1980.** Soil Genesis and Classification. The Iowa State University Press.
- Clarke, D. 1998.** CropWat for Windows. Version 4.2. IIDS. University of Southampton U.K.
- Dinas Pertanian Kabupaten Bogor. 2004.** Luas penggunaan lahan dan produktivitas pertanian lahan kering di Kabupaten Bogor Tahun 2003. *Dalam:* Kabupaten Bogor dalam Angka.
- Djaenudin, D., Marwan H., Subagjo H., dan A. Hidayat. 2003.** Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Edisi ke-1. Balai Penelitian Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1984.** Guidelines for Predicting Crop Water Requirement. FAO Irrigation and Drainage Paper No 24. Rome
- FAO. 1976.** A Framework for Land Evaluation. Soil Bull. No. 32. FAO, Rome.
- FAO. 1978.** Guideline for Soil Profile Description. FAO/UNESCO, Rome.
- FAO. 1980.** Report on the Agro-ecological Zones Project. Results for Southeast Asia. Vol.4. Rome.
- FAO. 1983.** Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture. FAO Soil Bull. 52. Rome.
- Grim, R.E. 1968.** Clay Mineralogy. Second Ed. McGraw Hill Book. New York.
- Hardjowigeno, S. 1993.** Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. AKAPRESS, Jakarta.
- Hardjowigeno, S., Widiatmaka, dan A.S. Yogaswara. 1999.** Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian IPB.
- Hidayat, A., Hikmatullah, dan D. Santoso. 2000.** Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran rendah. *Dalam:* Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. hlm. 197-222.
- Lembaga Penelitian Tanah. 1966.** Peta Tanah Tinjau Kabupaten Bogor Skala 1:250.000. Dok. LPT. Bogor.
- Matjik, A.A. dan I.M. Sumertajaya. 2004.** Perancangan Percobaan. Jilid I Edisi ke-2. IPB Press.
- Mohr, E.C.J., F.A. van Baren, and J. van Schuylenborgh. 1972.** Tropical Soils. W van Hoeve Publ. Ltd. The Hague.
- Pramudya, A. 2002.** Analisis Sensitivitas Tingkat Kerawanan Produksi Padi di Pantai Utara Jawa Barat terhadap Kekeringan dan El-Nino. Tesis Magister Sains. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951.** Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Verh. No 42. Jawatan Meteorologi dan Geofisik, Jakarta.
- SCS-USDA. 1982.** Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples. USDA Soil Survey Invest. Report 1.
- Soil Survey Staff. 1999.** Soil Taxonomy. A Basic System for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd Ed. USDA-NRCS Agric Handbook 436.
- Suprpto, H.S., dan A.R. Marzuki. 2004.** Bertanam Jagung. Cetakan ke-23. Penebar Swadaya Jakarta.
- Sys, C. 1978.** Evaluation of land limitations in the humid tropics. Pedologie XXVIII-3, p 307-335. Ghent, Belgium.
- Tim Badan Litbang Pertanian. 1998.** Laporan Penelitian Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Alam dan Teknologi untuk Pengembangan Sektor Pertanian Dalam Pelita VI (Tidak dipublikasikan).
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978.** Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. USDA Agric. Handb. No 537.
- Wood, S.R. and F.J. Dent. 1983.** LECS Methodology. Ministry of Agric., Gov. Of Indonesia/FAO-AGOF/INS/78/006.