

PERBEDAAN SIFAT-SIFAT TANAH VERTISOL DARI BERBAGAI BAHAN INDUK

DIFFERENTIATION IN PROPERTIES OF VERTISOL FROM VARIOUS PARENT MATERIALS

B. H. Prasetyo

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian

Jl. Ir. H. Juanda 98 Bogor 16123, Indonesia

csar@indosat.net.id

ABSTRACT

Vertisols is black and fertile soils, derived from various parent materials, dominated by smectite clay minerals, and characterize by crack formation during dry season. Six soil profiles consisted of thirty two soil samples from different location were analyzed for their chemical and mineralogical composition at the laboratories of Soil Research Center for soil characteristics. Results indicate that the color matrix of Vertisols varies, hue range from 2.5Y to 10YR, color value varies from 2 to 6, and chroma range from 0 to 4. Clay mineral composition of Vertisols is dominated by smectite. Other clay minerals founded in the Vertisols are kaolinite, illite and vermiculite. The mineralogy composition of sand fraction is varies, some of them rich in weatherable minerals like andesine, amfibole, orthoclase, sanidin and the others are dominated by resistant minerals such as quartz and opaque. The mineralogical composition of Vertisols dependent on their parent material. The dominant cations in Vertisols are Ca^{++} and Mg^{++} . Vertisols from volcanic materials is dominated by Ca^{++} and followed by Mg^{++} cations, Vertisols from limestone is dominated by Ca^{++} , while Vertisols from peridotite is dominated by Mg^{++} . All of the Vertisols studied have a high cation exchange capacity with pH's range from 5.5 to 7.4. In using Vertisols for food plantation, should be consider the high content of Ca^{++} , Mg^{++} and the water management. The soils should be atleast always in moist condition, otherwise soils become very hard and cracks when dry.

Key words: parent materials, smectite, Vertisols

ABSTRAK

Vertisol adalah tanah hitam dan subur, dapat terbentuk dari berbagai macam bahan induk tanah, mineral liatnya didominasi oleh smektit, dan mempunyai sifat yang retak-retak bila kering. Enam profil tanah Vertisol dari lokasi dan bahan induk berbeda, yang terdiri dari 32 contoh tanah telah dianalisis sifat kimia dan komposisi mineralnya di Laboratorium Balai Penelitian Tanah untuk keperluan karakterisasi tanah. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa warna tanah Vertisol bervariasi, dengan *hue* berkisar dari 2.5Y hingga 10YR, *value* bervariasi dari 2 hingga 6, dan kroma berkisar dari 0 hingga 4. Mineral liat didominasi oleh smektit, dengan sedikit kaolinit, illit atau vermikulit. Komposisi mineral fraksi pasir bervariasi, beberapa pedon (P2 dan P6) kaya akan kandungan mineral mudah lapuk seperti andesin, amfibol, orthoklas, sanidin, dan beberapa pedon lainnya didominasi oleh mineral resisten seperti kuarsa dan opak (P4 dan P5). Kation dapat ditukar yang mendominasi Vertisol sangat tergantung pada bahan induk tanahnya. Vertisol yang berasal dari bahan vulkan didominasi oleh kation dapat tukar Ca^{++} diikuti oleh Mg^{++} , yang berasal dari batu gamping didominasi oleh Ca^{++} , sedangkan yang berasal dari ultrabasa peridotit didominasi oleh Mg^{++} . Nilai kapasitas tukar kation dari Vertisol tergolong tinggi hingga sangat tinggi dengan pH berkisar antara 5,5 hingga 7,4. Penggunaan tanah ini untuk pertanian harus memperhatikan tingginya kandungan kation Ca^{++} dan Mg^{++} , serta pengelolaan air untuk menghindari tanah dari kondisi kering.

Kata kunci : bahan induk, smektit, Vertisols

PENDAHULUAN

Vertisol adalah tanah yang berwarna abu-abu gelap hingga kehitaman, bertekstur liat, mempunyai *slickenside* dan rekahan yang secara periodik dapat membuka dan menutup. Tanah Vertisol umumnya terbentuk dari bahan sedimen yang mengandung mineral smektit dalam jumlah tinggi, di daerah datar, cekungan hingga berombak (Driessen and Dudal, 1989). Pembentukan tanah Vertisol terjadi melalui dua proses utama, pertama adalah proses terakumulasinya mineral 2:1 (smektit), dan yang kedua adalah proses mengembang dan mengkerut yang terjadi secara periodik sehingga membentuk *slickenside* atau relief mikro *gilgai* (van Wambeke, 1992).

Dalam perkembangannya mineral 2:1 yang sangat dominan dan memegang peran penting pada tanah ini. Komposisi mineral liat dari Vertisol selalu didominasi oleh mineral 2:1, biasanya monmorilonit, dan dalam jumlah sedikit sering dijumpai mineral liat lainnya seperti illit dan kaolinit (Ristori *et al.*, 1992). Tanah ini sangat dipengaruhi oleh proses *argillipedoturbation*, yaitu proses pencampuran tanah lapisan atas dan bawah yang diakibatkan oleh kondisi basah dan kering yang disertai pembentukan rekahan-rekahan secara periodik (Fanning and Fanning, 1989). Proses-proses tersebut menciptakan struktur tanah dan pola rekahan yang sangat spesifik. Ketika basah, tanah menjadi sangat lekat dan plastis serta kedap air, tapi ketika kering, tanah menjadi sangat keras dan masif atau membentuk pola prisma yang terpisahkan oleh rekahan. (Van Wambeke, 1992).

Pada tanah Vertisol umumnya sifat-sifat fisik lebih merupakan kendala dibanding sifat-sifat kimianya. Kendala utama untuk tanaman adalah tekstur yang liat berat, sifat mengembang dan

mengkerut, kecepatan infiltrasi air yang rendah, serta drainase yang lambat (Mukanda and Mapiki, 2001). Tanah ini juga tergolong rawan erosi (Eswaran and Cook, 1988). Secara kimiawi Vertisol tergolong tanah yang relatif kaya akan hara karena mempunyai cadangan sumberhara yang tinggi, dengan kapasitas tukar kation tinggi dan pH netral hingga alkali (Deckers *et al.*, 2001).

Di daerah tropis, penyebaran Vertisol mencapai 200 juta hektar atau sekitar empat persen dari luas daratan (Dudal and Eswaran, 1988; Driessen and Dudal, 1989). Di Indonesia penyebaran Vertisol mencapai sekitar 2.1 juta hektar (Subagyo *et al.*, 2004), dan tersebar di daerah Jawa Tengah, Jawa Timur, Lombok, Sumbawa, Sumba dan Timor (Subagyo, 1983). Beberapa penelitian mengenai karakteristik tanah Vertisol di Indonesia pernah dilakukan oleh Subagyo (1983), pada Vertisol dari bahan vulkan andesitik Gunung Lawu, Prasetyo *et al.* (1996, 2000) pada Vertisol dari bahan vulkan andesitik Gunung Arjuno, di Jawa Timur dan dari bahan batu kapur di daerah Pamatikarata, Sumba Timur; Mulyanto *et al.* (2001) pada Vertisol dari batu kapur di Ngawi dan Bojonegoro, Jawa Timur dan Hikmatullah *et al.* (2002) pada Vertisol dari bahan endapan lakustrin di Gorontalo, Sulawesi Utara.

Tulisan ini bertujuan untuk meneliti berbagai perbedaan Vertisol yang berkembang dari berbagai bahan induk dilihat dari sifat morfologi, mineral dan kimianya.

METODE PENELITIAN

Untuk bahan penelitian telah digunakan enam buah pedon yang berasal dari bahan induk dan tempat yang berbeda. Lokasi dan bahan induk dari Vertisol yang diteliti disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pedon, landform, bahan induk dan lokasi pengambilan contoh Vertisol

Pedon	Landform	Bahan induk	Lokasi
P1	Dataran aluvial	Aluvim napal	Mangkang Wetan, Ungaran, Jateng
P2	Dataran aluvial	Volkan andesitik	Gedangan, Madiun, Jatim
P3	Dataran banjir	Endapan banjir	Cikarang, Karawang, Jabar
P4	Kaki lereng	Peridotit	Trobulu, Ponggolaku, Sultra
P5	Dataran aluvial	Aluvium gamping	Pamatikarata, Lewa, Sumba
P6	Lakustrin	Endapan Lakustrin	Paguyaman, Gorontalo, Sulut

Tabel 2. Warna matrik, tekstur, dan klasifikasi tanah Vertisol

Pedon	Kedalaman (m)	Warna matrik	Tekstur	Klasifikasi Tanah (USDA, 2003)
P1	0 - 24	5Y 4/1	Heavy clay	<i>Typic Hapluderts</i> , sangat halus, montmorillonitik, isohyperthermis
	24 - 49	5Y 5/1	Heavy clay	
	49 - 74	N 4/0	Heavy clay	
	74 - 99	5Y 5/1	Heavy clay	
P2	0 - 18	2.5Y 5/0	Heavy clay	<i>Chromic Hapluderts</i> , sangat halus, montmorillonitik, isohyperthermis
	18 - 36	2.5Y 5/0	Heavy clay	
	36 - 56	2.5Y 5/0	Heavy clay	
	56 - 88	2.5Y 5/1	Heavy clay	
	88 - 105	2.5Y 5/2	Heavy clay	
	105 - 130	10YR 5/2	Heavy clay	
P3	0 - 16	10YR 4/1	Heavy clay	<i>Chromic Endoaquerts</i> , sangat halus, campuran, isohyperthermis
	16 - 40	2.5Y 4/1	Heavy clay	
	40 - 66	N 4/0	Heavy clay	
	66 - 106	N 4/0	Heavy clay	
	106 - 150	2.5Y 5/1	Heavy clay	
P4	0 - 24	10YR 2/1	Heavy clay	<i>Palaeustolic Chromusters</i> , sangat halus, montmorillonitik, isohyperthermis
	8 - 24	10YR 3/3	Heavy clay	
	24 - 48	10YR 3/4	Heavy clay	
	48 - 72	10YR 3/4	Heavy clay	
	72 - 109	10YR 3/4	Heavy clay	
	109 - 130	5BG 4/1	Heavy clay	
P5	0 - 22	7.5YR 2/0	Heavy clay	<i>Udic Haplusterts</i> , sangat halus, montmorillonitik, isohyperthermis
	22 - 43	7.5YR 3/0	Heavy clay	
	43 - 62	7.5YR 3/0	Heavy clay	
	62 - 89	10YR 5/1	Heavy clay	
	89 - 110	10YR 5/1	Heavy clay	
	110 - 140	10YR 6/1	Heavy clay	
	140 - 170	10YR 6/1	Heavy clay	
P6	0 - 15	2.5Y 5/2	Heavy clay	<i>Ustic Endoaquerts</i> , sangat halus, campuran, isohyperthermis
	15 - 32	10YR 4/3	Heavy clay	
	32 - 53	2.5Y 5/3	Heavy clay	
	53 - 71	2.5Y 5/1	Heavy clay	
	71 - 103	2.5Y 5/1	Heavy clay	

Untuk keperluan analisis sifat kimia dan mineralogi tanah, 32 contoh tanah telah diambil dan dianalisis di Laboratorium Balai Penelitian Tanah. Analisis sifat fisik dan kimia meliputi tekstur, karbon organik, pH (H_2O dan KCl), besi bebas (metode dithionit), P dan K potensial (25% 1N HCl), P tersedia (Olsen), Retensi P (Blackmore *et al.*, 1981), kation dapat tukar dan kapasitas tukar kation (1 N NH_4OAc , pH 7.0). Analisis dilakukan mengikuti metoda dari Soil Survey Laboratory Staff (1991). Analisis mineralogi

dilakukan baik pada fraksi pasir maupun fraksi liat. Mineral fraksi pasir dianalisis menggunakan mikroskop polarisasi dengan metode *line counting*, sedangkan analisis mineral liat dilakukan dengan alat difraktometer sinar-X (XRD). Untuk analisis dengan XRD sebelum dianalisis terlebih dahulu contoh dijenuhkan dengan Mg^{++} , Mg^{++} + glycerol, K^+ dan K^{++} + pemanasan pada suhu 550 °C selama satu jam. Analisis mineral pasir dilakukan pada pedon P2, P4, P5 and P6, sedangkan analisis mineral liat dilakukan secara selektif pada semua pedon.

Tabel 3. Komposisi mineral fraksi pasir dari beberapa pedon Vertisol

Pedon	Kedalaman (cm)	Op	Ku	Lm	Fb	Gv	An(%)	Sn	Or	Bi	Gr	Ep	Am	Au	En	Hi
P2	0 - 18	5	6	1	2	2	53	-	-	-	-	-	22	3	-	6
	18 - 36	3	3	1	3	3	59	-	-	-	-	-	19	3	-	6
	36 - 56	20	3	1	0	1	37	-	-	-	-	-	26	4	-	8
	56 - 88	8	6	4	3	3	51	-	-	-	-	-	19	2	-	4
	88 - 105	10	5	1	2	3	52	-	-	-	-	-	23	1	-	3
	105 - 130	16	6	2	2	2	38	-	-	-	-	-	29	3	-	2
P4	0 - 8	47	35	-	-	-	-	-	-	2	5	-	2	-	9	-
	24 - 48	41	39	2	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	12	-
P5	0 - 22	1	78	1	12	-	5	1	-	-	-	2	-	-	-	-
	22 - 43	2	69	1	20	-	4	1	-	-	-	3	-	-	-	-
	43 - 62	1	76	-	13	-	6	1	-	-	-	3	-	-	-	-
	62 - 89	1	67	1	22	-	4	1	-	-	-	4	-	-	-	-
	89 - 110	-	60	2	27	-	5	1	-	-	-	5	-	-	-	-
	110 - 140	-	65	2	15	-	11	-	-	-	-	7	-	-	-	-
P6	0 - 15	2	59	1	7	-	5	6	11	-	-	4	3	1	-	1
	15 - 32	1	58	2	10	-	3	8	12	-	-	3	3	-	-	-
	32 - 53	1	52	1	13	-	7	9	12	-	-	2	2	1	-	-
	53 - 71	1	53	1	10	-	7	9	13	-	-	3	3	-	-	-

Op= Opak, Ku= kuarsa, Kb= konkresi besi, Lm= lapukan mineral, Fb= Fragmen batuan, Gv= Gelas vulkan, Ol= Oligoklas, An= Andesin, Or= Orthoklas, Sn= Sanidin, Am=amfibol, Au= Augit, Hi= Hipersten, Bi= Biotit, Gr= Garnet, Ep= Epidot, En= Enstatit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna matrik, tekstur dan klasifikasi tanah

Vertisol mempunyai variasi warna matrik yang cukup lebar (Tabel 3) Hue berkisar antara 2,5Y hingga 10YR, value antara 2 hingga 6 dan chroma berkisar antara 0 hingga 4. Pedon 4 yang berkembang dari bahan peridotit mempunyai warna yang agak kemerahan bila dibandingkan dengan pedon-pedon lainnya, perbedaan ini nampaknya berhubungan erat dengan perbedaan kandungan besi bebasnya.

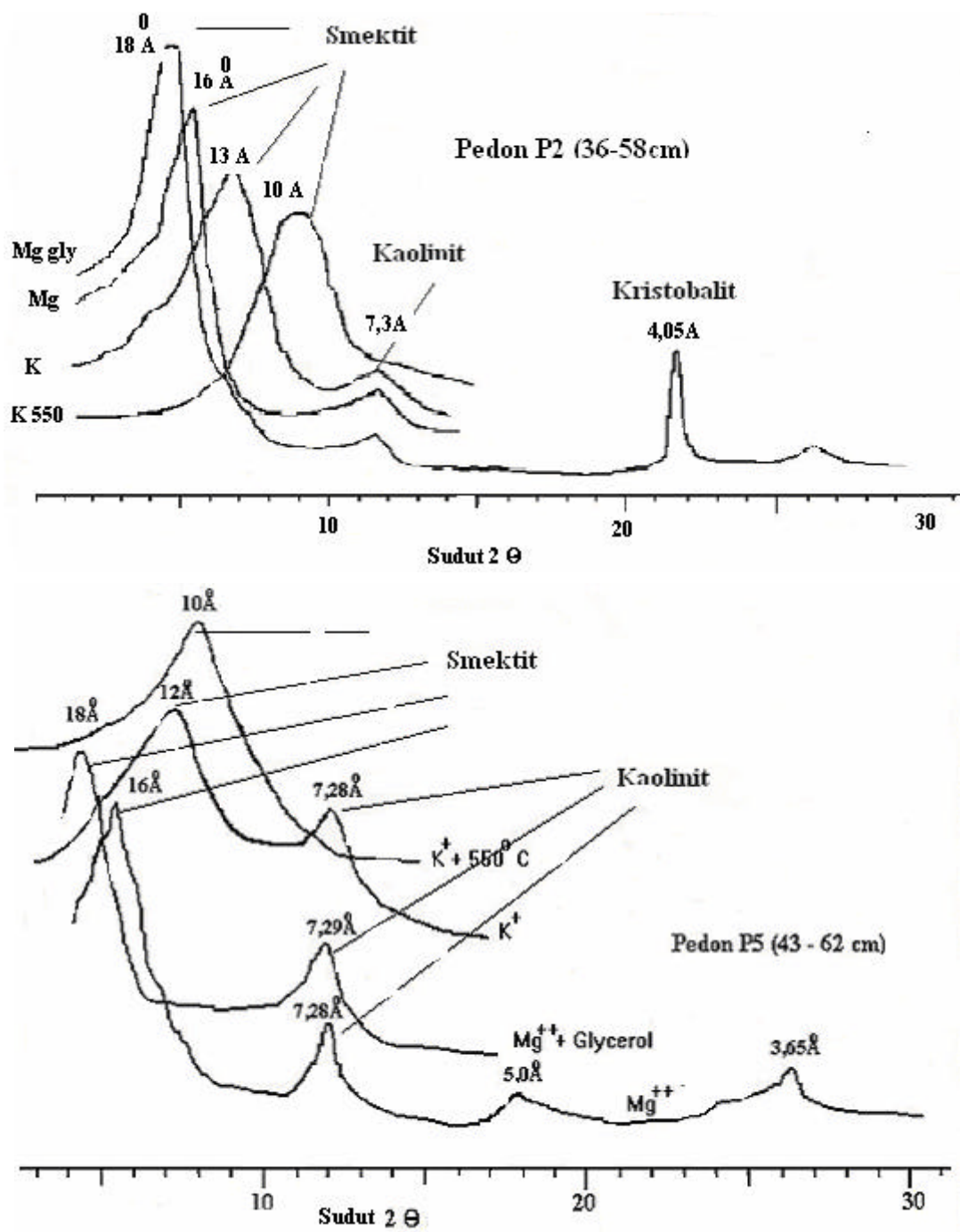
Semua pedon yang diteliti mempunyai tekstur yang tergolong pada liat berat dengan kandungan fraksi liat > 60%. Tingginya kandungan fraksi liat berhubungan dengan bahan induk tanahnya. Bahan induk Vertisol yang diteliti terdiri atas alluvium napal, peridotit, batu kapur, vulkan andesitik dan dasitik yang tergolong pada bahan mudah lapuk, serta endapan banjir dan lakustrin yang memang sudah halus ukuran butirnya. Vertisol yang diteliti

telah diklasifikasikan menurut Soil Taxonomy (USDA, 2003), tergolong dalam sub group *Typic Hapluderts*, *Chromic Hapluderts*, *Chromic Endoaquerts*, *Paleustollic Chromusters*, *Udic Hapluderts*, *Ustic Endoaquerts*.

Komposisi mineral

Mineral fraksi pasir

Komposisi mineral fraksi pasir total dari pedon P2, P4, P5 dan P6, disajikan pada Tabel 3 Pedon P2 yang berasal dari aluvium vulkan tersusun atas asosiasi andesin dan amfibol, dengan kandungan mineral vulkan lainnya seperti opak, hiperstin, augit, gelas vulkan dan kuarsa. Komposisi mineral pasir tersebut sangat mencirikan bahan vulkan yang bersifat andesitik. Nampak disini bahwa jumlah mineral mudah lapuk, seperti gelas vulkan, andesin, amfibol, augit dan hiperstin masih sangat tinggi (>70%), hal ini menunjukkan bahwa cadangan sumber hara pada Pedon P2 tergolong tinggi.



Gambar 1. Difraktogram mineral liat dari Vertisol pedon P2 (Madiun) dan pedon P5 (Pametikarata).

Tabel 4. Komposisi mineral liat dari beberapa pedon Vertisol.

Pedon	Kedalaman (cm)	Smectit	Kaolinit	Illit	Vermikulit
P1	0 - 24	+++	+ *		
	24 - 49	+++	+ *		
	49 - 74	+++	(+)*		
P2	0 - 18	++++	(+)*		
	36 - 56	++++	(+)*		
	88 - 105	++++	(+)*		
P3	0 - 16	+++	++**		
	40 - 66	+++	++**		
	106- 150	+++	++**		
P4	0 - 8	++++	-	+	(+)
	24 - 48	++++	-	+	(+)
P5	0 - 22	++++	(+)*		
	43 - 62	++++	(+)*		
	89 - 110	++++	(+)*		
	140- 170	++++	(+)*		
P6	0 - 15	+++	++*	+	
	32 - 53	+++	++*	+	
	71- 103	++++	+*	(+)	

Dominant = +++++, banyak = +++, sedang = ++, sedikit = +, sangat sedikit = (+), * = kristalinitas jelek, ** = kristalinitas jelek

Pedon P4 didominasi oleh mineral opak dan kuarsa. Terdapatnya kuarsa kemungkinan berasal dari penutup (*mantle*) batuan peridotit. Pedon ini berkembang dari bahan peridotit, merupakan jenis batuan ultrabasis yang pada awalnya mengandung lebih dari 30% mineral olivin sebagai mineral utama. Dalam proses pembentukan tanah, olivin merupakan mineral yang paling dulu habis karena proses pelapukan, sehingga tidak dijumpai lagi pada profil tanahnya. Namun ciri dari bahan ultrabasis masih dijumpai pada mineral enstatit. Cadangan sumber hara pada pedon ini sudah tergolong rendah.

Komposisi mineral faksi pasir dari pedon P5 didominasi oleh mineral kuarsa, dalam jumlah sedikit dijumpai mineral andesin, sanidin dan epidot. Pedon ini berkembang dari bahan aluvium batu gamping, yang seharusnya didominasi oleh mineral kalsit dan dolomit sebagai mineral penyusun utama batu gamping. Kalsit dan dolomit tergolong pada jenis mineral yang sangat mudah lapuk, sehingga

sudah tidak dijumpai lagi pada profil tanahnya. Ketika dalam bentuk batu gamping, kandungan mineral kuarsa tergolong sedikit, namun seiring dengan berkurangnya kalsit dan dolomit, kandungan mineral kuarsa jadi lebih menonjol. Cadangan sumber hara pada pedon ini tergolong rendah.

Pedon P6 yang berkembang dari bahan endapan lakustrin didominasi oleh kuarsa, dan dalam jumlah yang lebih sedikit masih dijumpai mineral orthoklas, sanidin dan andesin. Asosiasi mineral tersebut menunjukkan bahwa bahan endapan lakustrin berasal dari bahan vulkan yang bersifat masam. Mineral epidot, amfibol, augit dan hiperstin dijumpai dalam jumlah angat sedikit. Cadangan sumber hara pada pedon ini tergolong sedang.

Dari komposisi mineral fraksi pasir terlihat bahwa sebetulnya tidak semua tanah Vertisol mempunyai status cadangan sumber hara yang tinggi, bahkan beberapa menunjukkan cadangan sumber hara yang rendah.

Tabel 5. Tekstur, C-oranik, pH, besi bebas dan kandungan P dari beberapa pedon Vertisol.

Pedon	Kedalaman (cm)	Tekstur			Karbon organik %	pH H ₂ O	Besi bebas %	HCl 25 %		P Olsen me	Retensi P %
		Pasir	Debu	Liat				P ₂ O ₅	K ₂ O		
		%				mg per 100 g					
Typic Hapluderts (alluvium napal)											
P1	0 - 24	2	23	75	1.23	7.3	-	55	78	19	33
	24 - 49	2	22	76	0.45	7.3	-	41	70	16	29
	49 - 74	2	23	75	0.29	7.3	-	24	58	23	27
	74 - 99	2	24	74	0.16	7.1	-	19	58	15	22
Chromic Hapluderts (alluvium/koluvium bahan volkan andesitik)											
P2	0 - 18	11	22	67	1.11	7.0	0.59	25	24	na	na
	18 - 36	10	26	64	0.87	7.1	0.55	13	12	na	na
	36 - 56	12	23	65	0.37	7.2	0.29	4	14	na	na
	56 - 88	16	17	67	0.26	7.2	0.25	6	17	na	na
	88 - 105	26	13	61	0.11	7.3	0.23	6	13	na	na
	105 - 130	51	16	33	0.06	7.4	0.39	20	12	na	na
Chromik Endoaquerts (endapan banjir bersifat andesitik)											
P3	0 - 16	2	10	79	1.17	6.0	-	99	22	38	na
	16 - 40	1	18	81	0.86	7.4	-	33	25	6	na
	40 - 66	2	18	80	0.72	7.0	-	24	54	9	na
	66 - 106	2	28	70	0.37	7.3	-	25	33	4	na
	106 - 150	3	41	56	0.24	7.1	-	28	33	5	na
Paleustolic Chromusterts (Urabasa peridotit)											
P4	0 - 8	16	25	59	4.46	6.2	8.44	21	15	11	na
	8 - 24	11	21	68	1.89	6.1	6.81	8	9	7	na
	24 - 48	11	15	74	1.70	6.3	8.26	6	11	4	na
	48 - 72	11	13	76	1.38	6.4	5.55	5	7	4	na
	72 - 109	11	13	76	1.12	6.3	7.88	5	6	3	na
	109 - 130	12	12	66	0.97	6.4	4.57	7	6	3	na
Udic Haplusterts (alluvium/koluvium dari batu gamping)											
P5	0 - 22	5	18	77	3.77	6.6	-	53	13	20	50
	22 - 43	4	14	82	1.67	6.9	-	44	11	6	51
	43 - 62	4	12	84	1.53	6.8	-	42	12	4	48
	62 - 89	5	16	79	0.37	6.9	-	41	12	1	na
	89 - 110	5	12	83	0.41	6.8	-	43	9	4	na
	110 - 140	4	21	75	0.23	7.3	-	42	11	4	na
	140 - 170	7	11	82	0.13	7.3	-	46	12	3	na
Ustic Endoaquerts (endapan lakustrine bersifat dasitik)											
P6	0 - 15	8	42	50	1.03	6.9	-	52	43	48	na
	15 - 32	3	28	69	0.47	5.9	-	20	39	10	na
	32 - 53	2	27	71	0.40	5.5	-	16	37	12	na
	53 - 71	3	39	58	0.17	7.4	-	na	na	na	na
	71 - 103	2	30	68	0.14	6.3	-	na	na	na	na

na = tidak dianalisis, - = tidak terdeteksi

Tabel 6. Kation dapat ditukar dan kapasitas tukar kation dari pedon-pedon Vertisol

Pedon	Kedalaman (cm)	Kation dapat tukar				Jumlah kation cmol(+)kg ⁻¹ tanah	Kapasi tas tukar kation	
		Ca	Mg	Na	K		Tanah	Liat
Typic Hapluderts (Aluvium napal)								
P1	0 - 24	57.31	8.92	0.61	0.73	67.57	55.64	74.39
	24 - 49	65.58	8.35	0.54	0.66	75.13	56.88	75.54
	49 - 74	46.69	8.54	0.50	0.55	56.28	57.83	77.52
	74 - 99	45.50	8.98	0.50	0.53	55.51	57.79	78.52
Chromic Hapluderts (alluvium/koluvium bahan volkan andesitik)								
P2	0 - 18	31.06	1.48	0.63	0.39	42.56	74.68	111.46
	18 - 36	31.16	9.23	0.68	0.16	41.23	74.93	117.07
	36 - 56	35.06	9.40	0.65	0.19	45.30	76.15	117.15
	56 - 88	35.52	9.53	0.69	0.22	45.96	77.38	115.49
	88 - 105	31.06	9.06	0.68	0.16	40.96	72.04	118.09
	105 - 130	24.70	7.95	0.62	0.13	33.40	58.24	176.48
Chromik Endoaquerts (endapan banjir bersifat andesitik)								
P3	0 - 16	39.02	7.41	1.46	0.26	48.15	55.09	69.73
	16 - 40	40.53	7.39	0.93	0.26	49.11	50.09	61.84
	40 - 66	38.64	9.10	0.95	0.45	49.04	49.79	62.24
	66 - 106	36.00	8.73	0.75	0.26	45.74	48.42	69.17
	106 - 150	29.65	8.87	0.66	0.21	39.39	43.19	77.13
Paleustolic Chromusterts (Urabasa peridotit)								
P4	0 - 24	1.40	48.30	0.10	0.20	50.00	42.90	73.00
	8 - 24	0.80	51.40	0.10	0.10	52.40	42.40	62.00
	24 - 48	0.60	59.60	0.10	0.20	60.50	59.40	80.00
	48 - 72	0.30	58.40	0.10	0.10	58.90	39.30	52.00
	72 - 109	0.30	64.80	0.10	0.10	65.90	47.50	63.00
	109 - 130	0.20	76.00	0.20	0.10	76.50	61.50	93.00
Udic Haplusterts (alluvium/koluvium dari batu gamping)								
P5	0 - 22	57.94	1.38	1.62	0.24	61.18	62.79	81.55
	22 - 43	55.09	0.67	0.20	0.18	56.14	60.25	73.48
	43 - 62	51.46	0.47	0.20	0.17	52.30	57.42	68.36
	62 - 89	50.99	0.35	0.30	0.20	51.84	58.35	73.86
	89 - 110	56.70	0.29	0.20	0.18	57.37	61.87	74.54
	110 - 140	55.68	0.30	0.25	0.17	56.40	59.96	79.95
	140 - 170	58.59	0.31	0.20	0.18	59.28	59.73	72.84
Ustic Endoaquerts (endapan lakustrin bersifat dasitik)								
P6	0 - 18	23.55	12.15	0.47	0.86	37.03	36.13	72.26
	18 - 40	24.34	16.46	0.59	0.82	42.21	40.60	58.84
	40 - 82	24.23	17.57	0.65	0.77	43.22	44.05	62.04
	82 - 113	26.99	21.60	1.10	0.49	50.18	44.19	76.18
	113 - 160	25.12	19.87	1.05	0.54	46.58	45.33	66.66

Komposisi mineral fraksi liat

Hasil analisis komposisi mineral fraksi liat disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 1. Semua pedon yang diteliti didominasi oleh mineral 2:1 smektit. Mineral liat lainnya seperti kalinit, illit dan

vermikulit juga dijumpai dalam jumlah yang jauh lebih sedikit.

Pembentukan mineral smektit pada tanah Vertisol memerlukan beberapa kondisi, antara lain, curah hujan harus cukup agar memungkinkan

terjadinya pelapukan mineral primer tapi tidak terlalu tinggi sehingga tidak terjadi pencucian basa-basa, diperlukan adanya periode kering untuk kristalisasi smektit, drainase yang terhambat untuk menghindari proses pencucian hasil pelapukan, dan suhu udara yang tinggi untuk menunjang proses pelapukan (Driessen and Dudal, 1989). Pada kondisi seperti tersebut diatas, smektit dapat terbentuk karena terjadinya akumulasi basa-basa seperti Ca^{++} dan Mg^{++} , dan juga akumulasi silika pada pH diatas netral (Jackson, 1968; De Coninck, 1974).

Komposisi mineral liat pada Vertisol yang tidak hanya smektit saja, melainkan juga terdapat kaolinit, illit dan vermkulit, sesuai dengan pernyataan dari Allen and Hajek (1989) bahwa smektit dalam tanah dapat berasal dari bahan induk tanah ataupun pembentukan baru dari pelapukan mineral filyosilikat lainnya.

Mineral liat kaolinit pada tanah Vertisol yang diteliti terbentuk dengan beberapa cara yang mungkin berbeda. Pada pedon P1 dan P2, pH tanah >7 , kondisi landform pada kedua pedon tersebut tidak menunjukkan adanya proses pencucian basa-basa, dan mineral kaolinit menunjukkan kristalinitas yang jelek (Gambar 1). Berdasarkan data tersebut dapat diduga bahwa kaolinit pada kedua pedon tersebut terbentuk bukan hasil pelapukan smektit, melainkan dari pelapukan awal mineral plagioklas. Pada pedon P3 mineral kaolinit mempunyai tingkat kristalinitas yang baik, dan pedon tersebut terletak pada landform dataran banjir, dengan pH tergolong netral. Kaolinit pada pedon ini diduga juga bukan merupakan pelapukan dari smektit, tapi merupakan hasil pembentukan di daerah hulu dan terendapkan di daerah dataran banjir. Pada pedon P4 tidak dijumpai kaolinit, tapi terdapat illit dan vermikulit. Kedua jenis mineral ini merupakan hasil pelapukan dari biotit. Mineral biotit sendiri dalam jumlah sangat sedikit masih terdapat pada fraksi pasir.

Terdapatnya kaolinit yang berkristalinitas jelek pada pedon P5 (Gambar1) dan P6 yang mempunyai lingkungan yang agak masam, merupakan hasil pelapukan dari smektit. Kondisi bahan organik rendah dan lingkungan yang agak masam dapat menyebabkan smektit menjadi tidak

stabil dan bertransformasi menjadi kaolinit (Wilson and Cradwick, 1972) atau *pedogenic chlorite* (Borchardt, 1989).

Dominasi smektit pada Vertisol telah menyebabkan tanah ini mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi dan mempunyai kemampuan memegang kation yang berasal dari pemupukan seperti K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . Kapasitas tukar kation dari mineral smektit berkisar antara 47 hingga 162 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Borchardt, 1989).

Sifat fisik dan kimia tanah

Semua pedon Vertisol yang diteliti mempunyai kandungan fraksi liat $>60\%$ sehingga digolongkan pada kelas besar butir sangat halus. Tingginya kandungan fraksi liat berkombinasi dengan dominasi mineral smektit merupakan salah satu penyebab sifat Vertisol yang sulit diolah bila basah dan sangat keras bila kering.

Kandungan bahan organik umumnya tergolong rendah, berkisar antara 0.06 hingga 4.46% dan menurun dengan kedalaman tanah. Kandungan bahan organik lapisan atas pedon P4 dan P5 nampak berbeda dengan lapisan atas pedon lainnya. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan dalam penutup lahannya. Penutup lahan pada pedon P4 adalah kebun pekarangan, sedangkan pedon P5 adalah rumput dan alang-alang. Sedangkan pedon lainnya adalah sawah.

Reaksi tanah berkisar antara agak masam hingga netral (pH 5.5 to 7.4). Relatif lebih rendahnya nilai pH pada pedon P6 dibandingkandengan pedon-pedon lainnya berhubungan dengan bahan induk tanahnya. Bahan induk pedon P6 adalah endapan lakustrin dari bahan vulkanik bersifat masam yang tercermin pada komposisi mineral fraksi pasirnya. Kenyataan ini agak berbeda dengan pendapat dari FAO (2000) dan Syers *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa pH dari Vertisol adalah netral hingga alkali.

Besi bebas hanya terdeteksi pada pedon P2 dan pedon P4. Kandungan besi bebas pada pedon P2 berkisar antara 0.23 hingga 0.59%, dan pada pedon P4 berkisar antara 4.57 hingga 8.44%. Perbedaan ini disebabkan oleh sumber besi bebas yang berbeda. Besi bebas berasal dari pelapukan

mineral-mineral ferromagnesium, dan kandungan mineral golongan ferromagnesium (olivin, amfibol, piroksin) pada pedon P4 yang berasal dari bahan endapan peridotit adalah lebih tinggi dari pada pedon P2 yang berasal dari bahan endapan vulkan andesit.

Kandungan P potensial (P_2O_5 dalam HCl 25% 1N) berkisar dari sangat rendah hingga tinggi (4 hingga 99 mg per 100g). Vertisol dari bahan endapan (P1, P3, P5, dan P6) mengandung P potensial yang lebih tinggi bila disbanding dengan Vertisol dari bahan vulkan dan bahan peridotit (P2 and P4). Pada pedon P2 dan P4, rendahnya P disebabkan oleh bahan induk tanah yang miskin P, sedangkan pada pedon lainnya yang berasal dari bahan endapan, tingginya P mungkin disebabkan oleh pengkayaan dari berbagai sumber bahan penyusun endapan tersebut.

Kandungan K potensial (K_2O dalam HCl 25% 1N) yang tinggi ditunjukkan oleh pedon P1, dan sedang ditunjukkan oleh pedon P3 dan P6, serta yang rendah oleh pedon P2, P4 dan P5. Sumber utama K dalam tanah adalah mineral feldspar (orthoklas, sanidin), sehingga terdapatnya kandungan mineral-mineral tersebut dalam tanah mengindikasikan adanya sumber K. Pada pedon P6 yang mempunyai kandungan K berkisar antara 37 hingga 43 mg per 100 g masih terdeteksi adanya mineral orthoklas dan sanidin.

P tersedia yang diekstrak dengan pengestrak Olsen umumnya tergolong rendah, berkisar antara 1 hingga 48 me. Rendahnya ketersediaan P mungkin disebabkan sebagian dari P diserap oleh kation Ca^{++} , kecuali pedon P4 yang mempunyai kandungan Ca^{++} rendah.

Pada Vertisol yang diteliti, kation dapat ditukar didominasi oleh Ca^{++} , kecuali pedon P4 kation dapat ditukarnya didominasi oleh Mg^{++} . Dominasi Ca^{++} pada pedon P1 dan P5 disebabkan oleh bahan induk tanah yang bersifat karbonatan (napal dan batu gamping), sehingga perbandingan Ca/Mg lebih besar dari pedon P2, P3, dan P6 yang bahan induknya dari bahan vulkan. Pada pedon P4 tanahnya berkembang dari bahan peridotit yang mengandung lebih dari 30% mineral olivin. Olivin sangat kaya akan Mg dan bersama augit

merupakan sumber utama Mg pada batuan peridotit. Susunan kation dari Tanah-tanah Vertisol yang diteliti ternyata sangat dipengaruhi oleh bahan induk tanahnya.

Kandungan Na dapat tukar hampir sama pada pedon-pedon Vertisol kecuali pedon P4 dan P5. Sumber utama Na dalam tanah adalah mineral plagioklas, baik pedon P4 maupun P5 yang kandungan Na dapat tukarnya paling rendah disebabkan karena bahan induk kedua pedon tersebut berturut-turut dari peridotit dan batu gamping miskin akan mineral plagioklas (Tabel 5). Kandungan K dapat ditukar yang berbeda adalah pada pedon P1 dan P6, karena relatif lebih tinggi dari pedon lainnya dan diduga penyebabnya adalah adanya kandungan mineral yang berfungsi sebagai sumber K, seperti orthoklas dan sanidin.

Kapasitas tukar kation tanah maupun liat pada semua pedon Vertisol yang diteliti tergolong tinggi hingga sangat tinggi, kapasitas tukar kation tanah berkisar antara 36.13 hingga 77.38 $cmol(+)kg^{-1}$, dan kapasitas tukar kation liat berkisar antara 52.00 hingga 176.48 $cmol(+)kg^{-1}$ (Tabel 6). Tingginya nilai kapasitas tukar kation lebih banyak dipengaruhi oleh dominasi smektit. Kapasitas tukar kation dari mineral smektit berkisar antara 47 hingga 162 me per 100 g (Borchard, 1989).

KESIMPULAN

Komposisi mineral fraksi pasir dari Vertisol bervariasi, tergantung dari bahan induknya. Vertisol dari bahan vulkan andesitik didominasi oleh opak dan asosiasi andesin-amfibol, dari peridotit didominasi oleh mineral opak, dari batu gamping didominasi kuarsa, dan dari endapan lakustrik didominasi dari bahan vulkan masam kuarsa, sanidin dan orthoklas. Komposisi fraksi liat sama untuk semua pedon, didominasi oleh mineral smektit.

Dominasi kation dapat tukar pada Vertisol dipengaruhi oleh jenis bahan induk tanahnya. Vertisol yang dipengaruhi oleh bahan vulkan (pedon P2, P3, dan P6) susunan kation dapat ditukar didominasi oleh Ca^{++} diikuti oleh Mg^{++} , yang dipengaruhi oleh batu kapur (pedon P1 dan P5)

didominasi oleh kation Ca^{++} saja, sedangkan yang dari bahan ultrabasis peridotit (P4) didominasi oleh Mg.

Tingginya kandungan kation Ca maupun Mg perlu mendapat perhatian, disamping pengelolaan air agar tanah tidak menjadi kering, rekah-rekah dan mengeras.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, B. L., and B. F. Hajek, 1989. Mineral occurrence in Soil Environments. p 200-264. *In* Dixon, J. B., and S. B. Weed (Eds). Soil Sci Soc Of Amer., Madison, Wisconsin, U. S. A.
- Borchardt, G. A. 1989. Montmorillonite and other Smectite minerals. p 293-330. *In* J. B. Dixon and S. B. Weed (Eds.). Minerals in Soil Environments. Soil Sci. Of Amer., Madison, Wisconsin, USA.
- De Coninck. F. 1974. Physico-chemical aspects of pedogenesis. State Univ. of Ghent
- Deckers, J., O Spaargaren and F. Nachtergaele. 2001. Vertisols: Genesis properties and soilscape management for sustainable development. p. 3-20. *In* Syers, J. K, F. W. T. Penning De Vries, and P. Nyamudeza (Eds): The Sustainable Management of Vertisols. IBSRAM Proceeding No. 20.
- Driessen, P. M., and R. Dudal (Eds). 1989. Lecture notes on the geography, formation, properties, and use of the major soils of the world. Agricultural University, Wageningen.
- Dudal, R. and H. Eswaran. 1988. Distribution, properties and classification of Vertisols. *In* L. P. Wilding and R. Puentes (Eds), Vertisol: Their distribution, properties, classification and management. SMSS Technical Monograph 18, Texas A&M University, College station, TX,pp
- Eswaran, H. and T. Cook. 1988. Classification and management- related properties of Vertisols. p. 431. *In* Jutzi, S., I. Haque, J. McIntire, and J. Stares. (Eds): Proceeding of a Conference held at ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 31 August to 4 September 1987
- FAO. 2000. Vertisols. <http://www.fao.org/ag/agl/prosoil/verti.htm>. Last update 21 August 2000.
- Fanning, D. S., and M. C. B. Fanning. 1989. Soil Morphology, Genesis, and Classification. John Wiley and Sons, New York.
- Hikmatullah, B. H. Prasetyo, dan M. Hendrisman. 2002. Vertisol dari daerah Gorontalo: Sifat-sifat fisik-kimia dan komposisi mineralnya. *Jurnal Tanah dan Air* . 3 (1) : 21-32.
- Jackson, M. C. 1968. Weathering of primary and secondary minerals in soil. *Trans. Int. Congr. Soil Sci.*, 9th (Adelaide, Aust) 4: 281-292.
- Mukanda, N. and A. Mapiki. 2001. Vertisols Management in Zambia. p. 129-127. *In* Syers, J. K, F. W. T. Penning De Vries, and P. Nyamudeza (Eds): The Sustainable Management of Vertisols. IBSRAM Proceedings No. 20.
- Mulyanto, D., M. Nurcholis, dan Triyanto. 2001. Minertalogi Vertisol dari bahan induk tuf, napal dan batupasir. *Jurnal Tanah dan Air* . 2 (1) : 38-46.
- Prasetyo, B. H., H. Sosiawan, and S. Ritung. 2000. Soil of Pametikarata, East Sumba: Its suitability and constraints for food crop development. *Indonesian Journal of Agricultural Science*. 1 (1) : 1-9.
- Prasetyo, B. H., M. Soekardi, dan Subagjo.H. 1996. Tanah-tanah sawah intensifikasi di Jawa: Susunan mineral, sifat-sifat kimia dan klasifikasinya. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk*, 14 : 12 - 24.
- Ristori, G. G., E. Sparvalie, M. deNobili, and L. P. D'Aqui. 1992. Characterization of organic matter in particle size fractions of Vertisols. *Geoderma*. 54: 295-305.
- Soil Survey Laboratory Staff. 1991. Soil Survey Laboratory Methods Manual. SSIR Number 42 Version 1.0. United States Dept. of Agric. Washington, DC.
- Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. USDA, Natural Research Conservation Servis. Ninth Edition. Washington D. C.
- Subagjo, H. 1983. Pedogenesis dua pedon Grumosol (Vertisols) dari bahan vulkanik

- gunung Lawu dekat Ngawi dan Karanganyar. Pemberitaan Pen. Tanah dan Pupuk, No.2:8-18.
- Subagyo, H., N. Suharta dan A. B. Siswanto. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Hlm 21-66. *Dalam* A.Adimihardja et al (Eds). Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslitbangtanak. Cetakan kedua.
- Sudjadi, M., I. M. Widjik, dan M. Soleh. 1971. Penuntun analisa tanah. Publ. LPT No. 10, Bogor
- Syers, J. K., P. Nyamudeza, and Y. Ahenkorah. 2001. Sustainable nutrient management of Vertisols. *p.* 43 – 55. *In* Syers, J. K, F. W. T. Penning De Vries, and P. Nyamudeza (Eds): The Sustainable Management of Vertisols. IBSRAM Proceedings No. 20.
- Van Wambeke, A. 1992. Soil of the Tropics. Properties and Appraisal. McGraw-Hill. Inc, New York
- Wilson, M. J., and P. W. Cradwick. 1972. Occurrence and interstratified kaolinite-monomorillonite in some Scottish soils. *Clay Miner.* 9: 435-437.