

Susunan Mineral dan Sifat Fisiko-Kimia Tanah Bervegetasi Hutan dari Batuan Sedimen Masam di Provinsi Riau

Mineralogical Composition and Physico-chemical Characteristic of Forest Land Soil Developed from Acid Sedimentary Rocks in Riau Province

N. SUHARTA DAN B.H. PRASETYO¹

ABSTRAK

Pemanfaatan lahan hutan untuk pertanian tanaman pangan sering dibatasi oleh menurunnya secara drastis sifat dan karakteristik tanah setelah digunakan selama 2 atau 3 tahun. Hilangnya bahan organik di lapisan atas melalui proses mineralisasi maupun erosi merupakan penyebab utama menurunnya kesuburan tanah. Untuk mempelajari sifat dan karakteristik tanah sebagai dasar pemanfaatannya untuk tanaman pertanian telah dilakukan studi pada tanah bervegetasi hutan dari batuan sedimen masam di Provinsi Riau. Hasil penelitian menunjukkan bahan induk tanah sangat berpengaruh terhadap susunan mineralogi, sifat fisik, dan sifat kimia tanahnya. Tanah dari batuan sedimen masam di daerah penelitian tergolong berpelapukan lanjut dicirikan oleh dominasi mineral kaolinit dengan cadangan mineral sangat rendah. Sifat kimia tanah berbatuan induk batuliat lebih baik dibandingkan tanah berbatuan induk batupasir seperti diperlihatkan oleh kandungan basa-basa dapat tukar, kapasitas tukar kation, dan K potensial yang lebih tinggi, akan tetapi dibatasi oleh kandungan Al_{ed} yang tinggi. Sifat fisik menunjukkan, tanah rentan terhadap erosi dan pemadatan. Oleh karena itu pemanfaatan lahan hutan untuk pertanian atau tanaman hutan, mensyaratkan perlunya tindakan konservasi tanah dan menghindari daerah berlereng (>8%) khususnya untuk tanaman pangan, selain perlunya meningkatkan kesuburan tanah melalui pemupukan. Perubahan penggunaan lahan hutan menjadi lahan pertanian, selain meningkatkan proses mineralisasi bahan organik, juga memutus siklus biologi yang berpengaruh terhadap menurunnya kesuburan tanah.

Kata kunci: Hutan, Batuan sedimen masam, Batuliat, Batupasir, Siklus biologi, Bahan organik

ABSTRACT

Exploitation forest land for food crops agricultural use often limited by drastically change of soil properties and soil characteristics after two or three years of usage. The loose of organic matter through mineralization processes and erosion is causal factor for decreasing fertility of the soils. To study soil properties and soil characteristics as foundation for agricultural use, the forest land derived from sedimentary rock in Riau Province have been studied. The Research result indicates that parent material has great influence on mineral composition, physical and chemical properties of the soils. Soil from sedimentary rock in the study area were very developed, indicated by domination of kaolinite and very low of mineral reserve. Soils derived from claystone have better chemical properties compare to soil derived from sandstone as shown by exchangeable bases, cation exchange capacity, and potential K, but limited by highly Al exchangeable. The physical properties of

the soils indicate that the soil is susceptible for erosion and compaction. For that reasons, the exploitation of forest land for agriculturing or forest plantation use need soil conservation practices, avoid the slopping area (>8%) especially for food plantation, and fertilizer. Changing the forest land to agricultural land not only increase mineralization of organic matter but also interrupt biological cycles that influential on decreasing soil fertility.

Keywords : Forest, Acid sedimentary rocks, Claystone, Sandstone, Biological cycles, Organic matter

PENDAHULUAN

Tanah hutan atau tanah dengan vegetasi tanaman hutan, dapat terbentuk dari berbagai macam bahan induk tanah yaitu bahan vulkan, bahan sedimen, ataupun dari bahan aluvium baik organik maupun mineral. Salah satu bahan induk pembentuk tanah tersebut di Indonesia adalah batuan sedimen masam. Suharta (2007) mengemukakan bahwa tanah-tanah yang terbentuk dari batuan sedimen masam dicirikan oleh sifat-sifat yang kurang menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman yaitu reaksi tanah masam, kandungan hara dan basa-basa yang dapat dipertukarkan rendah, kejenuhan basa rendah, akan tetapi kejenuhan aluminium tinggi. Driessen (1976) menunjukkan bahwa kesuburan tanah hutan dari batuan sedimen masam sangat tergantung pada lapisan permukaan tanah yang relatif lebih kaya akan bahan organik dibandingkan dengan lapisan di bawahnya. Selanjutnya dikemukakan, pemanfaatan lahan hutan untuk pertanian tanaman pangan sering dibatasi oleh menurunnya kesuburan tanah lapisan atas secara drastis. Oleh karena itu, pemanfaatannya hanya satu atau dua kali tanam dan setelah itu ditinggalkan.

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

Adanya proses siklus biologi pada tanah bervegetasi hutan telah ditunjukkan oleh Quideau *et al.* (1999) yang mampu mempertahankan kesuburan tanah lapisan atas, mengurangi proses mineralisasi bahan organik, dan mengurangi *run off* atau bahaya erosi. Chen *et al.* (2004), Fraga dan Salcedo (2004), Wu dan Tiessen (2002), menunjukkan bahwa pengelolaan lahan akan berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas bahan organik tanahnya. Oleh karena itu pemanfaatan lahan hutan untuk tanaman pertanian yang mempunyai karakteristik berbeda dengan tanaman hutan, perlu mempertimbangkan sifat dan karakteristik tanahnya sebagai dasar untuk menetapkan teknik pengelolaannya.

Makalah ini bertujuan untuk mengemukakan sifat dan karakteristik tanah hutan sebagai dasar pemanfaatannya baik untuk tanaman hutan maupun tanaman pertanian, terutama tanaman pangan semusim berakar dangkal.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Tujuh buah pedon yang terdiri atas empat pedon bervegetasi hutan alami dan tiga pedon bervegetasi hutan tanaman industri (HTI) jenis *Acacia mangium* di Kabupaten Kuantan Sengingi, Provinsi Riau telah dibuat di lapangan. Sebanyak 37 contoh tanah telah diambil dari setiap horizon pada ketujuh pedon tersebut untuk dianalisis di laboratorium. Tanah-tanah yang diteliti berkembang

dari batuan sedimen masam batupasir dan batuliat, dan telah diklasifikasikan berdasarkan Taksonomi Tanah (Soil Survey Staff, 2003) sebagai Typic Kandiodults, Acrudoxic Kandiodults, dan Typic Hapludults (Tabel 1).

Daerah penelitian dicirikan oleh tipe hujan A (Schmidt and Ferguson, 1951) yang menunjukkan bahwa di daerah penelitian tidak terdapat bulan kering yang nyata atau distribusi curah hujan merata sepanjang tahun. Terletak pada ketinggian antara 70 hingga 127 m dpl, pada landform tektonik dengan bentuk wilayah berombak sampai bergelombang. Formasi geologi daerah ini tersusun dari formasi Palembang Tengah terdiri atas batupasir dan batuliat dan pada beberapa tempat tersusun dari batuliat berpasir (Silitonga and Kastowo, 1995; Suwarna *et al.*, 1991).

Metode

Penelitian di lapangan meliputi pengamatan sifat morfologi berdasarkan petunjuk dalam *Guideline for Soil Profile Description* (FAO, 1990). Analisis sifat kimia tanah telah dilaksanakan di laboratorium tanah Pangkalan Kerinci, Provinsi Riau. Sedangkan analisis sifat fisik tanah, penetapan susunan mineralogi fraksi pasir dan liat, dilakukan di laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian di Bogor.

Susunan mineral fraksi pasir ditetapkan dengan metode *line counting*, dihitung hingga 100

Tabel 1. Lokasi dan informasi dari tujuh pedon yang diteliti

Table 1. Location and information of seven pedons investigated

Pedon	Ketinggian m dpl	Lokasi geografis	Klasifikasi tanah*)	Lereng %	Bahan induk	Penggunaan lahan
HP.14	127	101°59'21" BT dan 0°23'27" LS	Typic Kandiodults	3	Batupasir	HTI**
MD.61	120	101°58'41" BT dan 0°45'11" LS	Typic Kandiodults	6	Batupasir	Hutan alam
EY.44	126	101°52'44" BT dan 0°21'48" LS	Typic Kandiodults	14	Batupasir	HTI
HP.24	70	101°46'28" BT dan 0°42'27" LS	Acrudoxic Kandiodults	20	Batupasir	Hutan alam
UG.194	79	101°58'00" BT dan 0°21'57" LS	Acrudoxic Kandiodults	8	Batupasir	Hutan alam
UY.110	93	102°06'40" BT dan 0°44'47" LS	Typic Hapludults	23	Batuliat	Hutan alam
DD.232	119	101°28'00" BT dan 0°04'59" LS	Typic Hapludults	28	Batuliat	HTI

*) Soil Survey Staff (2003); **) HTI = Hutan Tanaman Industri (*Acacia mangium*)

butir menggunakan mikroskop polarisasi. Sedangkan susunan mineral fraksi liat ditetapkan dengan alat Difraktometer Sinar-X, model PW 1130. Analisis sifat fisik tanah meliputi penetapan tekstur 4 fraksi (metode pipet), berat isi, pori drainase, pori air tersedia, pori total, permeabilitas dan stabilitas agregat. Sedangkan analisis sifat kimia tanah meliputi pH (H₂O), C-organik (Walkey and Black), P dan K potensial (HCl 25%), susunan kation, kapasitas tukar kation, dan kejenuhan basa (NH₄OAc 1 N pH 7,0), dan kemasaman terekstrak aluminium (KCl 1N). Prosedur analisis tanah mengacu pada *Soil Survey Laboratory Methods Manual* (Soil Survey Laboratory Staff, 1992). Analisis statistik sederhana menggunakan program Excel, sedangkan penetapan sifat kimia tanah horizon A dan Bt/Bto dilakukan dengan cara pembobotan menggunakan parameter kedalaman tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat morfologi

Pedon-pedon yang diteliti mempunyai solum dalam. Tanah dari bahan induk batupasir mempunyai ketebalan solum >150 cm, sedangkan tanah dari batuliat <150 cm (Tabel 2). Ketebalan horizon A dari semua pedon yang diteliti bervariasi antara 9 hingga 13 cm. Warna tanah coklat tua kekuningan hingga coklat tua kekelabuan. Struktur tanah gumpal agak bersudut dan kersai dengan konsistensi teguh hingga gembur atau lepas.

Horizon B mempunyai ketebalan antara 97 hingga lebih dari 150 cm. Dibandingkan dengan horizon A, warna tanah pada horizon B lebih kuning atau merah, yaitu berwarna kuning kecoklatan atau kemerahan hingga coklat kuat. Struktur tanah gumpal agak bersudut yang bila diremas pecah

Tabel 2. Beberapa karakteristik morfologi dari pedon-pedon yang diteliti

Table 2. Some morphological characteristics of pedons studied

Pedon	Horizon	Tebal cm	Warna	Tekstur	Struktur	Konsistensi
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Typic Kandiodults</i>						
HP.14	A	9	ydb (10 YR 3/4)	SCL	m sb	t, ss/sp
	Bto	> 151	by (10 YR 6/6)	SCL	m sb > f g	t, ss/sp
MD.61	A	9	ydb (10 YR 4/4)	SCL	f g	f, ss/sp
	Bto	> 141	sb (7,5 YR 5/8)	C	m sb > f g	t, s/p
EY.44	A	10	vdgb (10 YR 3/2)	SL	f g	f, ss/po
	Bto	> 140	yb-sb (10 YR 5/6-7,5 YR 5/8)	SCL	m sb	t, ss/sp
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Acrudoxic Kandiodults</i>						
HP.24	A	13	gdb-db (10 YR 3/2-4/3)	LS-SL	vf sb	f, so/po
	Bto	> 137	yb-by (10 YR 5/4-6/6)	SL	m sb > f g	f, ss/sp
UG.194	A	12	db (10 YR 3/3)	SL	f g	vf, so/po
	Bto	> 138	yb (10 YR 5/6)	SCL	m sb > f sb	f-t, ss/sp
<i>Tanah dari bahan induk batuliat, Typic Hapludults</i>						
UY.110	A	13	db (10 YR 4/3)	C	f sb	f, s/p
	Bt	97	yb-sb (10 YR 5/6-7,5 YR 5/6)	C	m sb > f sb	t, s/p
DD.232	A	11	vdgb (10 YR 3/2)	SL-SCL	f g	f, ss/sp
	Bt	114	yb-ry (10 YR 5/6-5 YR 6/6)	C	m sb > f sb	t, s/p

Keterangan :

- Warna : yb = coklat kekuningan; by = kuning kecoklatan; ydb = coklat tua kekuningan; gdb = coklat tua kekelabuan; db = coklat tua; vdgb = coklat sangat tua kekelabuan; sb = coklat kuat; ry = kuning kemerahan.
- Tekstur : C = liat; SCL = lempung liat berpasir; SL = lempung berpasir; LS = pasir berlempung.
- Struktur : m = medium; vf = sangat halus; sb = gumpal agak bersudut; g = granuler atau kersai; f = halus;
- Konsistensi : t = teguh; f = gembur; s = lekat; ss = agak lekat; so = tidak lekat; sp = agak plastis; p = plastis

menjadi kersai dengan konsistensi agak teguh hingga gembur. Struktur demikian sangat sesuai untuk perkembangan perakaran tanaman lahan kering berakar dalam. Bentuk struktur kersai pada horizon Bt atau Bto merupakan satu indikasi bahwa tanah telah mengalami pelapukan lanjut seperti ditunjukkan oleh sifat kimia tanah yang miskin basa-basa.

Komposisi mineral

Susunan mineral fraksi pasir

Hasil analisis mineral fraksi pasir (Tabel 3) menunjukkan, dari ke lima pedon yang diteliti kuarsa dan opak mendominasi susunan mineral. Sedangkan mineral mudah lapuk antara lain ortoklas, sanidin, dan muskovit sangat sedikit. Demikian juga untuk mineral lainnya yaitu limonit, mineral lapukan, fragmen batuan, dan turmalin juga sangat sedikit. Susunan mineral fraksi pasir demikian menunjukkan tanah telah mengalami pelapukan lanjut. Mineral fraksi pasir pada tanah berbahan induk batupasir mempunyai kandungan kuarsa yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah berbahan induk batuliat.

Rendahnya kandungan mineral mudah lapuk baik pada tanah berbahan induk batuliat maupun batupasir, menunjukkan bahwa cadangan sumber hara mineral sangat rendah. Dengan demikian, untuk mendapatkan nutrisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman, sangat diperlukan adanya penambahan hara dari luar antara lain melalui pemupukan.

Susunan mineral fraksi liat

Hasil analisis susunan mineral fraksi liat dari tujuh pedon yang diteliti disajikan pada Tabel 4 dan contoh difraktogramnya disajikan pada Gambar 1. Kaolinit mendominasi susunan mineral liat, diikuti oleh kuarsa dan sedikit vermikulit, illit, smektit, dan goetit. Kelas mineralogi dari pedon yang diteliti tergolong kaolinitik. Susunan mineral liat demikian menunjukkan tingginya intensitas pelapukan dan pencucian basa-basa serta pembebasan Al dan Fe dari mineral liat ke dalam larutan tanah.

Kaolinit dengan nilai difraksi sekitar 7,1 A⁰ terdapat dalam jumlah dominan di seluruh pedon yang diteliti. Perbedaan susunan mineral antar pedon yang diteliti adalah mineral lainnya. Pada tanah berbahan induk batupasir, kaolinit disertai oleh vermikulit dengan kuarsa atau goetit, sedangkan tanah dari batuliat, kaolinit disertai kuarsa dengan illit atau smektit. Terdapatnya mineral vermikulit, illit, dan smektit, sejalan dengan hasil analisis susunan mineral fraksi pasir yang menunjukkan adanya mika (muskovit) walaupun dalam jumlah sangat sedikit. Mika adalah salah satu mineral primer yang dalam proses pelapukannya akan menghasilkan illit, vermikulit, atau smektit tergantung dari tingkat pelapukan atau kondisi lingkungannya. Dalam lingkungan masam mika bersifat tidak stabil dan akan mengalami pelapukan intensif dengan sekuen pelapukan mika – illit –

Tabel 3. Susunan mineral fraksi pasir total

Table 3. Mineral composition of total sand fraction

Pedon	Op	Zr	Qz	Lm	Ze	Wm	Rf	Or	Sn	Mk	Tr
<i>Tanah dari bahan induk batupasir</i>											
HP.14	1	sp	98	sp	-	sp	1	-	sp	-	sp
HP.24	5	sp	93	1	-	sp	1	-	sp	-	sp
MD.61	6	sp	85	sp	sp	sp	9	sp	sp	-	sp
UG.194	2	1	96	sp	-	sp	1	-	sp	-	sp
<i>Tanah dari bahan induk batuliat</i>											
UY.110	6	1	73	sp	-	2	18	sp	sp	sp	sp

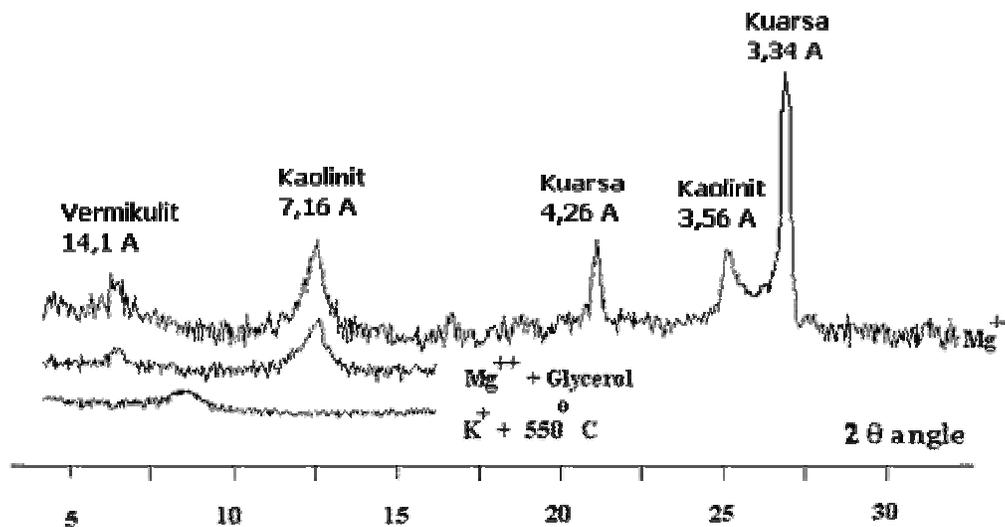
Keterangan : Op = opak; Zr = zircon; Qz = kuarsa; Lm = limonit; Ze = zeolit; Wm = mineral lapukan; Rf = Fragmen batuan; Or = ortoklas; Sn = sanidin; Mk = muskovit; Tr = turmalin; sp = sangat sedikit (< 1%).

Tabel 4. Susunan mineral fraksi liat

Table 4. Mineral composition of clay fractions

Pedon	Kaolinit	Illit	Vermikulit	Smektit	Kuarsa	Goetit	Kelas mineralogi
<i>Tanah dari bahan induk batupasir</i>							
HP.14	++++		+		+		Kaolinitik
HP.24	++++		(+)		++		Kaolinitik
MD.61	++++		+		++		Kaolinitik
EY.44	++++		+		+	(+)	Kaolinitik
UG.194	++++		+			(+)	Kaolinitik
<i>Tanah dari bahan induk batuliat</i>							
UY.110	+++			+	+		Kaolinitik
DD.232	++++	(+)			++		Kaolinitik

Keterangan : + + + + = dominan; + + + = banyak; + + = cukup; + = sedikit; (+) = sangat sedikit



Gambar1. Difraktogram X-Ray dari contoh MD 61/III

Figure 1. X-Ray diffractogram of sample MD 61/III

vermikulit – kaolinit, sedangkan dalam lingkungan lebih basa akan terbentuk sekuen pelapukan mika – illit – smektit – kaolinit (Loughnan, 1969). Kaolinit yang dijumpai dalam jumlah dominan di seluruh pedon yang diteliti, diduga berasal dari feldspar atau hasil lapukan mika.

Sifat fisik

Tekstur

Hasil analisis besar butir menunjukkan tekstur tanah untuk pedon dari batuliat adalah liat, dan dari

batupasir adalah lempung liat berpasir (liat hingga lempung berpasir). Kandungan pasir dari pedon berbahan induk batupasir berkisar antara 54 hingga 76%, sedangkan kandungan pasir dari pedon berbahan induk batuliat berkisar antara 10 hingga 39%. Sebaliknya kandungan liat dari pedon berbahan induk batupasir berkisar dari 8 hingga 35%, dan yang berbahan induk batuliat berkisar antara 38 hingga 63%. Kondisi ini menunjukkan bahwa tekstur tanah sangat dipengaruhi oleh jenis bahan induk tanah. Bahan induk batuliat menghasilkan tanah dengan kandungan liat tinggi,

Tabel 5. Beberapa sifat fisik pedon-pedon dari bahan induk batupasir

Table 5. Some physical properties of pedons from sandstone

Pedon	Horizon	BI	PD	RPT	Pori drainase		Air tersedia	Permeabilitas	Stabilitas agregat
					Cepat	Lambat			
		g cc ⁻¹ % volume			cm jam ⁻¹	indeks		
HP.14	A	1,54	2,46	37,0	8,0	4,8	8,5	0,20	100
	B	1,46	2,55	42,7	12,6	4,7	8,2	1,10	51
HP.24	A	1,21	2,53	52,0	26,0	4,0	11,4	9,09	42
	B	1,41	2,60	45,7	19,2	4,5	6,7	2,93	54
EY.44	A	1,20	2,39	49,8	23,8	3,8	11,0	9,46	40
	B	1,17	2,65	55,9	28,9	4,0	9,4	3,62	142

Keterangan : BI = berat isi (*bulk density*); PD = berat partikel (*particle density*); RPT = ruang pori total (*total pore space*); Stab.agr = stabilitas agregat (*agregat stability*); Lapisan A = atas dan B = bawah.

sedangkan batupasir menghasilkan tanah dengan kandungan pasir tinggi.

Berat isi dan berat partikel

Berat isi dari pedon yang diteliti (Tabel 5) tergolong tinggi berkisar antara 1,20 hingga 1,54 di lapisan atas dan 1,17 hingga 1,46 di lapisan bawah. Tingginya nilai berat isi dari pedon yang diteliti merupakan salah satu karakteristik tanah-tanah dari batuan sedimen masam yang menunjukkan indikasi tingkat kepadatan tanah dan rendahnya kandungan bahan organik. Pedon HP.14 dan EY.44 memperlihatkan nilai berat isi di lapisan atas lebih tinggi daripada di lapisan bawah, sedangkan pedon HP.24 memperlihatkan hal sebaliknya. Tingginya nilai berat isi di lapisan atas diakibatkan oleh adanya pemadatan pada waktu pengolahan lahan menggunakan alat berat. Secara morfologis adanya pemadatan ditunjukkan oleh bercak karatan berwarna kelabu dan kuning kecoklatan sebagai akibat proses oksidasi dan reduksi. Proses ini terjadi karena terganggunya pergerakan air dan sirkulasi udara di dalam penampang tanah.

Pemadatan dapat berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, serta diduga sebagai salah satu penyebab terjadinya degradasi lahan pertanian. Faktor yang berpengaruh terhadap pemadatan tanah adalah tekstur, kandungan liat, susunan mineralogi liat, kelembaban tanah, berat isi,

dan kandungan bahan organik (Imhoff *et al.*, 2004).

Nilai berat partikel (*particle density*) berkisar antara 2,39 hingga 2,53 untuk lapisan atas dan 2,55 hingga 2,65 untuk lapisan bawah. Nilai berat partikel di lapisan atas lebih rendah daripada di lapisan bawah, akan tetapi baik lapisan atas maupun lapisan bawah, keduanya mempunyai nilai berat partikel tergolong tinggi.

Ruang pori tanah

Hasil penetapan ruang pori total tergolong rendah sampai sedang. Ruang pori total pada horizon A bervariasi dari 37 hingga 52%, sedangkan pada horizon B bervariasi antara 43 hingga 56%. Rendahnya ruang pori total pada horizon A pedon HP.14, berkaitan erat dengan adanya pemadatan tanah. Sebagai perbandingan, tanah Oxisols dari daerah Sanggauledo, Provinsi Kalimantan Barat yang berkembang dari bahan basaltik, mempunyai ruang pori total lebih dari 65% volume, baik horizon A maupun B (Suharta *et al.*, 1995).

Hasil penetapan pori aerase tanah atau pori drainase cepat menunjukkan, pori aerase berkisar antara 8,0-28,9% yaitu tergolong rendah sampai tinggi. Pedon HP.24 dan EY.44 mempunyai pori aerase tergolong tinggi, yang berarti tanah tergolong baik untuk pertumbuhan tanaman lahan kering. Sedangkan HP.14 rendah di lapisan atas karena

pemadatan dan sedang di lapisan bawah. Rendahnya pori aerase pada pedon tersebut sejalan dengan tingginya berat isi. Peningkatan pori aerase dapat dilakukan antara lain melalui penambahan bahan organik, pengolahan tanah pada kapasitas lapang, atau secara vegetatif dengan menanam tanaman berakar dalam.

Hasil penetapan pori drainase lambat tergolong rendah ($<5\%$), baik pada horizon A maupun horizon B. Hal tersebut menjelaskan bahwa tanah mudah melepaskan air atau tanah berdrainase baik, sehingga sesuai untuk tanaman lahan kering.

Hasil penetapan pori air tersedia menunjukkan horizon A lebih tinggi dibandingkan dengan horizon B. Hal ini terjadi karena bahan organik pada horizon A lebih tinggi daripada horizon B. Pori air tersedia pada horizon A berkisar antara 8,5 hingga 11,4 tergolong rendah sampai sedang, sedangkan pada horizon B berkisar antara 6,7 hingga 9,4 tergolong rendah. Khusus untuk pedon HP.14, baik pada horizon A yang mengalami pemadatan maupun horizon B, pori air tersedia tergolong rendah. Tanah dengan pori air tersedia demikian menunjukkan tanah mudah mengalami kekeringan. Akan tetapi curah hujan yang tinggi dengan distribusi hampir merata sepanjang tahun, merupakan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman lahan kering di daerah ini, karena air akan tersedia sepanjang tahun. Salah satu teknologi untuk meningkatkan pori air tersedia adalah meningkatkan kandungan bahan organik.

Permeabilitas

Permeabilitas tanah di lapisan bawah lebih lambat daripada di lapisan atas. Keadaan seperti ini dapat disebabkan oleh pengaruh pengolahan tanah, perakaran tanaman, atau pemadatan pedogenesis karena adanya penimbunan liat seperti yang terjadi pada tanah yang mempunyai horizon argilik. Hasil penetapan menunjukkan, permeabilitas tanah di lapisan atas berkisar antara lambat sampai agak cepat ($0,20 - 9,46 \text{ cm jam}^{-1}$), sedangkan di lapisan bawah tergolong agak lambat sampai sedang ($1,10 - 3,62 \text{ cm jam}^{-1}$). Khusus untuk pedon HP.14,

permeabilitas tanah di lapisan atas lebih lambat daripada lapisan bawah yang diakibatkan oleh pemadatan tanah. Tanah dengan permeabilitas lambat, di satu pihak dapat mengurangi jumlah kehilangan hara karena pencucian, sedangkan di lain pihak dapat meningkatkan aliran permukaan (*run off*) yang berdampak pada terjadinya erosi dan hilangnya tanah lapisan atas yang kaya kandungan hara dan bahan organik. Permeabilitas sedang sangat sesuai untuk pengembangan tanaman lahan kering.

Kemantapan/stabilitas agregat

Hasil penetapan menunjukkan kemantapan agregat pada horizon A tergolong tidak stabil (<50), kecuali pedon HP.14 yang mengalami pemadatan tergolong stabil. Pada horizon B, kemantapan agregat tergolong agak stabil, kecuali EY.44 tergolong sangat stabil. Dari hasil penetapan dapat dikemukakan bahwa tanah bervegetasi hutan yang diteliti umumnya tergolong tidak stabil dan sangat rentan terhadap erosi permukaan. Nilai permeabilitas yang lambat, juga akan memberikan pengaruh negatif terhadap meningkatnya aliran permukaan dan sekaligus meningkatkan bahaya erosi.

Sifat kimia

Beberapa sifat kimia dari tujuh pedon yang diteliti disajikan pada Tabel 6 dan 7.

C-organik dan reaksi tanah

Kandungan C-organik dari 7 pedon yang diteliti menunjukkan sedang sampai tinggi ($2,2 - 5,2\%$) untuk horizon A, akan tetapi pada horizon B kandungannya menurun dengan sangat tajam hingga sangat rendah ($0,1 - 0,8\%$). Tidak ada perbedaan yang nyata antara kandungan bahan organik pada vegetasi hutan alami dan HTI yang telah dikelola selama dua musim panen (14 - 15 tahun). Dengan demikian pengelolaan lahan untuk HTI selama dua musim tanam tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap kandungan bahan organik tanah.

Tabel 6. Tekstur, reaksi tanah, C-organik, P dan K potensial

Table 6. Texture, soil reaction, organic-C, potential P and K

Pedon	Horizon	Kedalaman cm	Tekstur				pH (H ₂ O)	C-org. %	HCl 25%	
			Pasir-K %	Pasir-H %	Debu %	Liat %			P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Typic Kandiodults</i>										
HP.14	A	0-9	62	7	11	30	4,6	2,2	69	122
	Bto1	9-28	62	5	10	23	4,5	0,4	34	64
	Bto2	28-55	60	6	9	25	4,7	0,2	29	73
	Bto3	55-99	53	7	11	29	4,6	0,2	22	76
	Bto4	99-130	61	6	9	24	4,6	0,2	25	57
	Bto5	130-150	57	5	9	29	4,6	0,2	22	58
MD.61	A	0-9	47	4	22	27	4,5	2,4	30	141
	Bto1	9-33	43	2	20	35	4,4	0,6	15	67
	Bto2	33-65	36	2	17	45	4,4	0,4	11	82
	Bto3	65-116	35	3	16	46	4,4	0,2	18	66
	Bto4	116-150	30	2	15	45	4,3	0,2	14	67
EY.44	A	0-10	67	4	14	15	5,7	4,7	61	269
	Bto1	10-34	63	5	11	22	4,4	1,3	47	111
	Bto2	34-63	55	5	12	28	4,3	0,7	41	76
	Bto3	63-104	52	3	11	34	4,4	0,3	39	87
	Bto4	104-150	50	4	11	35	4,4	0,3	39	19
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Acrudoxic Kandiodults</i>										
HP.24	A	0-4	69	9	15	8	4,5	4,6	170	62
	BA	4-13	67	9	16	8	4,5	1,8	89	25
	Bto1	13-43	61	8	18	13	4,5	0,7	60	22
	Bto2	43-85	63	9	14	15	4,4	0,2	41	21
	Bto3	85-150	61	9	12	19	4,7	0,2	38	21
UG.194	A	0-12	68	7	8	17	3,7	3,4	70	81
	Bto1	12-29	63	9	8	20	4,2	1,4	43	34
	Bto2	29-50	61	10	7	23	4,3	0,9	35	24
	Bto3	50-82	62	7	8	23	4,5	0,7	47	53
	Bto4	82-150	67	6	6	22	4,4	0,7	40	48
<i>Tanah dari bahan induk batuliat, Typic Hapludults</i>										
UY.110	A	0-13	17	8	23	51	3,8	3,3	200	688
	Bt1	13-33	16	9	23	52	4,1	1,6	115	476
	Bt2	33-64	13	6	23	59	4,1	0,8	110	542
	Bt3	64-110	14	4	18	61	4,3	0,6	104	614
	BC	110-150	38	5	21	37	4,3	0,3	119	588
DD.232	A	0-11	33	6	26	35	4,0	5,2	60	265
	AB	11-36	35	4	2	38	4,2	1,1	20	144
	Bt1	36-72	32	5	19	44	4,2	0,6	22	279
	Bt2	72-105	18	4	26	52	4,4	0,2	14	246
	Bt3	105-125	7	3	28	62	4,6	0,2	14	251
	BC	125-150	6	5	35	54	4,7	0,1	11	213

Keterangan : Pasir-K = Pasir kasar; Pasir-H = Pasir halus

Tabel 7. Kation dapat tukar, kapasitas tukar kation, kejenuhan basa, dan Al dapat tukar

Table 7. Exchangeable cation, cation exchange capacity, base saturation, and exchangeable Al

Pedon	Horizon	NH ₄ OAc 1N pH 7,0							Kejenuhan basa	KCl 1 N		
		Ca	Mg	K	Na	Jml	KTK tanah	KTK liat		KTK efektif	Al ³⁺	Kej. Al
	 cmol- kg ⁻¹							%	cmol- kg ⁻¹	%	
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Typic Kandiodults</i>												
HP.14	A	0,30	0,37	0,22	0,02	0,92	4,33	19,13	2,61	21	1,70	65
	Bto1	0,03	0,06	0,06	0,02	0,18	1,87	8,16	1,54	10	1,36	88
	Bto2	0,03	0,06	0,06	0,02	0,14	2,01	9,08	1,85	7	1,71	93
	Bto3	0,03	0,07	0,07	0,02	0,13	2,32	7,98	2,05	5	1,92	94
	Bto4	0,03	0,02	0,02	0,01	0,27	2,07	8,71	1,97	13	1,70	86
	Bto5	0,04	0,01	0,01	0,02	0,11	2,30	8,33	1,70	4	1,60	94
MD.61	A	0,22	0,17	0,24	0,04	0,68	7,37	26,81	3,53	9	2,85	81
	Bto1	0,09	0,04	0,08	0,03	0,22	4,58	12,94	3,88	5	1,66	94
	Bto2	0,06	0,02	0,07	0,06	0,22	5,24	11,63	4,75	4	4,53	95
	Bto3	0,07	0,02	0,07	0,04	0,23	6,22	13,43	4,76	4	4,53	95
	Bto4	0,09	0,04	0,10	0,05	0,25	6,16	13,79	4,29	4	4,05	94
EY.44	A	0,55	0,58	0,24	0,01	1,36	8,68	59,49	3,08	15	1,73	56
	Bto1	0,04	0,39	0,10	0,01	0,55	3,18	14,64	2,16	17	1,61	75
	Bto2	0,03	0,11	0,14	0,01	0,29	4,95	17,53	3,42	6	3,12	91
	Bto3	0,04	0,04	0,23	0,01	0,31	3,85	11,33	3,85	8	3,54	92
	Bto4	0,03	0,04	0,12	0,01	0,21	4,12	11,76	4,02	5	3,81	95
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Acrudoxic Kandiodults</i>												
HP.24	A	0,81	0,41	0,42	0,14	1,47	7,57	94,52	3,09	20	1,61	52
	BA	0,14	0,10	0,04	0,03	0,31	2,99	35,41	2,11	10	1,80	85
	Bto1	0,05	0,06	0,06	0,02	0,18	1,83	13,70	1,34	10	1,16	86
	Bto2	0,04	0,03	0,04	0,04	0,12	1,52	10,50	1,42	15	1,20	84
	Bto3	0,03	0,01	0,02	0,03	0,10	1,40	7,57	1,40	7	1,30	93
UG.194	A	0,21	0,13	0,09	0,03	0,47	6,41	38,02	2,69	7	2,22	83
	Bto1	0,02	0,04	0,06	0,02	0,13	4,16	20,65	1,94	3	1,81	93
	Bto2	0,02	0,02	0,04	0,02	0,10	2,76	12,28	1,41	4	1,31	93
	Bto3	0,02	0,02	0,03	0,02	0,08	2,47	10,65	1,29	3	1,21	94
	Bto4	0,03	0,04	0,04	0,03	0,15	2,55	11,77	1,36	6	1,21	89
<i>Tanah dari bahan induk batuliat, Typic Hapludults</i>												
UY.110	A	2,17	1,11	0,82	0,05	4,15	20,30	39,71	16,05	20	11,90	74
	Bt1	0,25	0,24	0,40	0,04	0,92	16,75	32,12	15,19	5	14,27	94
	Bt2	0,17	0,18	0,24	0,04	0,63	17,88	30,93	17,20	4	16,57	96
	Bt3	0,14	0,18	0,21	0,03	0,56	21,38	33,96	20,07	3	19,51	97
	BC	0,26	0,21	0,21	0,05	0,74	23,87	65,13	26,44	3	25,70	97
DD.232	A	0,67	0,73	0,32	0,05	1,76	13,66	36,16	6,08	12	4,31	71
	AB	0,07	0,035	0,14	0,05	0,61	7,90	20,79	5,28	8	4,67	88
	Bt1	0,03	0,12	0,09	0,05	0,29	7,59	17,19	5,23	4	4,94	94
	Bt2	0,03	0,20	0,10	0,05	0,37	12,63	24,13	7,43	3	7,05	95
	Bt3	0,04	0,24	0,10	0,05	0,43	14,37	23,19	10,04	3	9,62	96
	BC	0,02	0,06	0,07	0,04	0,30	10,27	18,87	8,02	2	7,82	97

Bahan organik mempunyai peranan besar terhadap kualitas tanah baik sifat fisik, kimia, maupun biologi tanah. Ponge *et al.* (2002) mengemukakan bahwa kandungan bahan organik di dalam tanah dipengaruhi oleh faktor alami yaitu iklim, bahan induk tanah, besar dan arah lereng, serta faktor non-alami yang disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan, praktek silvikultur, dan pengolahan tanah. Sedangkan pengaruh penggunaan lahan terhadap kandungan bahan organik dan kesuburan tanahnya diperlihatkan oleh Wu dan Tiessen (2002). Padang rumput alami yang digunakan untuk tanaman pangan, kandungan bahan organiknya berkurang sebanyak 22, 37, dan 55% setelah penggunaan selama 8, 16, dan 41 tahun. Dikemukakan selanjutnya bahwa kehilangan bahan organik terutama disebabkan oleh erosi dan proses mineralisasi. Demikian juga unsur hara P dalam bentuk P-organik juga berkurang karena proses tersebut.

Peran bahan organik di dalam tanah tidak hanya ditentukan oleh kuantitas, tetapi juga kualitasnya (Ponge *et al.*, 2002). Kualitas humus dicerminkan oleh tingkat kemasaman, ketersediaan hara, aktivitas biologi, dan macam gugus fungsional. Selanjutnya dikemukakan bahwa *eumull* adalah humus terbaik dengan tingkat kemasaman rendah, sedangkan *dysmoder* mempunyai tingkat kemasaman tinggi dan miskin unsur hara. Jenis humus di daerah penelitian tergolong *dysmoder* dengan tingkat kemasaman tinggi. Keeratan hubungan antara bahan organik tanah dengan nilai kapasitas tukar kation, kandungan P dan tekstur tanah telah banyak diperlihatkan pada penelitian-penelitian sebelumnya (Suharta, 2007; Suharta *et al.*, 1995).

Reaksi tanah dari batuan sedimen masam, tergolong masam sampai sangat masam. Tidak ada perbedaan antara pH tanah dari batupasir maupun batuliat. Reaksi tanah pada horizon A berkisar antara 3,7 hingga 5,7, sedangkan pada horizon B antara 4,1 hingga 4,7. Reaksi tanah untuk pedon UY.110, DD.232 dan UG.194 cenderung meningkat sesuai dengan kedalaman, sedangkan pedon lainnya cenderung menurun atau relatif konstan.

P dan K potensial (HCI 25%)

Kandungan P sangat rendah, baik tanah yang berasal dari batupasir maupun batuliat. Akan tetapi kandungan K menunjukkan ada perbedaan yang nyata antara tanah dari batupasir dibandingkan dengan tanah dari batuliat. Tanah dari batupasir dicirikan oleh kandungan K sangat rendah, sedangkan tanah dari batuliat menunjukkan kandungan K tinggi. Hubungan antara hara P dan K dengan fraksi pasir, liat, dan C-organik menunjukkan: P_2O_5 berkorelasi positif dengan C-organik ($P_2O_5 = 0,0171 \text{ C-org} + 0,2702$ dengan $R^2 = 0,2943$), sedangkan dengan fraksi pasir dan liat tidak berkorelasi. Kandungan K_2O berkorelasi positif dengan fraksi liat ($K_2O = 0,0528 \text{ liat} + 23,809$ dengan $R^2 = 0,4237$), dan negatif dengan fraksi pasir ($K_2O = -0,0748 \text{ pasir} + 64,179$ dengan $R^2 = 0,4415$). Dengan C-organik, korelasinya lebih rendah ($K_2O = 0,0014 \text{ C-org} + 0,9309$ dengan $R^2 = 0,0355$). Dibandingkan dengan tanah dari batuan sedimen masam dari Provinsi Kalimantan Barat, kandungan P di daerah penelitian hanya berkorelasi positif dengan C-organik (Suharta, 2007). Sedangkan kandungan K memperlihatkan karakteristik yang sama dengan tanah dari batuan sedimen masam di Provinsi Kalimantan Barat yaitu berkorelasi positif dengan C-organik dan fraksi liat, sedangkan dengan fraksi pasir berkorelasi negatif.

Basa-basa dapat ditukar dan kejenuhan basa

Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan kandungan basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, dan K) antara tanah dari batuliat dibandingkan dengan tanah dari batupasir. Akan tetapi tidak terlihat adanya perbedaan yang disebabkan oleh penggunaan lahan hutan alami maupun hutan tanaman industri. Kandungan basa-basa dapat tukar pada tanah-tanah dari batuliat, baik pada horizon A maupun B, lebih tinggi dibandingkan dengan tanah-tanah dari batupasir. Hal ini dapat dijelaskan bahwa tanah dengan kandungan pasir tinggi, pencucian basa-basa terjadi lebih intensif dibandingkan tanah bertekstur halus yang terbentuk dari batuliat.

Kapasitas tukar kation

Hasil analisis menunjukkan ada perbedaan yang nyata antara KTK-tanah dari batupasir dibandingkan dengan tanah dari batuliat, akan tetapi tidak menunjukkan perbedaan antara tanah bervegetasi hutan alami dan hutan tanaman industri. KTK-tanah dari batuliat lebih tinggi dibandingkan tanah dari batupasir baik pada horizon A maupun B.

KTK-efektif pada sebagian horizon dari batupasir mempunyai nilai $< 1,50$ (HP.24 dan UG.194), yang berarti tanah mempunyai sifat *acric* (tanah tua). Sifat *acric* ini dapat berdampak pada pemupukan, karena pupuk yang digunakan akan mudah tercuci. Tanah dari batuliat mempunyai KTK-liat lebih besar daripada tanah dari batupasir yaitu berkisar antara 17,19 dan 65,13 cmol-kg^{-1} , dan tidak mempunyai sifat *acric*.

Kapasitas tukar kation (KTK) tanah dipengaruhi oleh jenis mineral liat dan kandungan bahan organik. Oleh karena itu tanah-tanah dengan jenis mineral liat sama, nilai KTK-tanah akan berkorelasi positif dengan kandungan bahan organik. Analisis regresi sederhana untuk tanah-tanah dari batupasir menunjukkan hubungan positif antara kandungan bahan organik dengan KTK tanah dengan nilai $R^2=0,4968$, sedangkan untuk tanah dari batuliat memperlihatkan nilai korelasi yang rendah yaitu $R^2=0,0061$. Hal ini dapat dijelaskan bahwa tanah-tanah dari batupasir mempunyai susunan mineral liat yang sama yaitu kaolinit dengan kuarsa dan vermikulit. Sedangkan tanah dari batuliat, satu pedon didominasi kaolinit, kuarsa dengan sedikit illit dan satunya lagi didominasi kaolinit, kuarsa dengan sedikit smektit. Adanya jenis mineral yang berbeda menunjukkan bahwa nilai KTK-tanah tidak hanya ditentukan oleh jumlah bahan organik, akan tetapi ditentukan juga oleh jenis mineral liatnya. Peran bahan organik terhadap KTK-tanah diperlihatkan oleh Bram (1971), bahwa penurunan bahan organik sebesar 50% pada Oxisols Sierra Leone telah mengakibatkan penurunan nilai kapasitas tukar kation sebesar 30%.

Kejenuhan basa dan aluminium

Tanah yang terbentuk dari batupasir maupun batuliat mempunyai kejenuhan basa yang tergolong sangat rendah yaitu $< 20\%$ pada horizon A dan $< 10\%$ pada horizon B. Rendahnya nilai kejenuhan basa menunjukkan bahwa selain tanah telah mengalami pencucian intensif, bahan induk tanah dari batuan sedimen masam tergolong miskin basa-basa dapat tukar.

Kejenuhan aluminium menunjukkan nilai sangat tinggi baik untuk tanah-tanah yang terbentuk dari batupasir maupun batuliat. Kejenuhan aluminium bervariasi antara 52 hingga 83% untuk horizon A dan antara 75 hingga 97% untuk horizon B. Kejenuhan aluminium meningkat sesuai dengan kedalaman tanah. Perbedaan antara batupasir dan batuliat, terletak pada jumlah Al_{dd} yang lebih tinggi pada tanah dari batuliat (antara 4,31 hingga 25,70 cmol-kg^{-1}) dibandingkan tanah dari batupasir (antara 1,20 hingga 4,53 cmol-kg^{-1}). Kondisi ini sama dengan tanah-tanah dari batuan sedimen masam di Provinsi Kalimantan Barat (Suharta, 2007). Mineral smektit pada tanah berbatuan induk batuliat tidak stabil pada lingkungan masam, dan mengalami pelapukan yang intensif serta membebaskan Al_{dd} dalam jumlah yang cukup signifikan.

Siklus biologi

Salah satu karakteristik tanah hutan adalah adanya pengkayaan lapisan permukaan tanah yang disebabkan oleh proses siklus biologi. Quideau *et al.* (1999) mengemukakan, siklus biologi terjadi karena adanya pengambilan berbagai unsur oleh akar tanaman dari dalam tanah dan kemudian dikembalikan ke permukaan tanah atau dekat permukaan tanah mineral melalui daun-daun serta ranting tanaman sebagai *litter*. Selanjutnya dikemukakan bahwa efektivitas unsur yang diangkut ke permukaan tanah melalui siklus biologi tergantung pada jenis vegetasi dan macam unturnya. Quideau *et al.* (1999) menggunakan nisbah Ca/Mg sebagai indeks untuk mengukur efektivitas siklus biologi. Dikemukakan selanjutnya,

bahwa unsur Ca lebih mobil daripada Mg, sehingga jumlah Ca yang diangkut ke permukaan tanah akan lebih banyak dibandingkan dengan Mg yang kurang mobil. Dengan demikian nisbah Ca/Mg akan semakin meningkat sesuai dengan fungsi waktu.

Tabel 8. Beberapa karakteristik sifat kimia tanah pada horizon A dan B

Table 8. Some soil chemical characteristics of A and B horizons

Pedon	Hori- zon	Ca ²⁺ cmol- kg ⁻¹	Mg ²⁺ kg ⁻¹	K ⁺ %	KB %	P ₂ O ₅ .. mg kg ⁻¹ ..	K ₂ O .. mg kg ⁻¹ ..
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Typic Kandudults</i>							
HP.14	A	0,30	0,37	0,22	21	69	122
	Bto	0,03	0,04	0,04	8	26	66
MD.61	A	0,22	0,17	0,24	9	30	141
	Bto	0,08	0,03	0,08	4	15	71
EY.44	A	0,55	0,58	0,24	15	61	269
	Bto	0,04	0,15	0,15	9	42	73
<i>Tanah dari bahan induk batupasir, Acrudoxic Kandudults</i>							
HP.24	A	0,81	0,41	0,42	20	170	62
	Bto	0,07	0,05	0,04	11	57	22
UG.194	A	0,21	0,13	0,09	7	70	81
	Bto	0,02	0,03	0,04	4	41	40
<i>Tanah dari bahan induk batuliat, Typic Hapludults</i>							
UY.110	A	2,17	1,11	0,82	20	200	688
	Bt	0,21	0,20	0,27	4	112	555
DD.232	A	0,67	0,73	0,32	12	60	265
	Bt	0,04	0,13	0,10	4	16	227

Hasil analisis dari tujuh pedon yang diteliti terhadap basa-basa dapat tukar, kejenuhan basa, dan kandungan P dan K potensial horizon A dan Bt/to, menunjukkan bahwa kandungan unsur-unsur tersebut pada horizon A lebih tinggi dibandingkan horizon B (Tabel 8). Hal tersebut menunjukkan ada penimbunan unsur hara pada horizon A atau horizon permukaan yang diakibatkan oleh siklus biologi. Basa-basa dapat tukar (Ca, Mg, dan K) di horizon A, walaupun kriterianya tergolong sangat rendah, jumlah absolut dapat mencapai 10 kali lipat dibandingkan horizon di bawahnya. Demikian juga kejenuhan basa, kandungan P dan K di lapisan atas dapat mencapai 2 hingga 3 kali lipat dibandingkan horizon di bawahnya. Khusus untuk K dari batuliat,

pengkayaan di lapisan atas kurang nyata dibandingkan unsur lainnya. Hal ini dapat dijelaskan karena tanah berbatuliat mempunyai kandungan K yang cukup tinggi di dalam tanah sehingga pengaruh siklus biologi kurang signifikan. Pengkayaan lapisan atas (siklus biologi) baik pada tanah dengan vegetasi hutan alami maupun HTI tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlu diingat bahwa HTI baru diusahakan dua kali panen atau selama 14-15 tahun.

Pemanfaatan lahan bervegetasi hutan

Pemanfaatan hutan alami untuk tanaman pangan atau tanaman hutan industri akan berdampak terhadap kuantitas maupun kualitas bahan organiknya (Chen *et al.*, 2004; Fraga and Salcedo, 2004; Wu and Tiessen, 2002). Sistem perladangan dengan sistem tebas bakar tanpa memperhatikan tindakan konservasi tanahnya telah memotong siklus biologi, dan mengakibatkan hilangnya tanah lapisan atas yang tipis tetapi kaya bahan organik. Fraga dan Salcedo (2004) mengemukakan ada dua proses utama yang menyebabkan kehilangan bahan organik yaitu meningkatnya proses mineralisasi dan erosi. Dalam kondisi hutan alami, kehilangan bahan organik melalui proses mineralisasi lebih dominan dibandingkan proses erosi, sedangkan dalam kondisi terbuka, kedua proses tersebut dominan. Tanah hutan di daerah studi tergolong tidak stabil atau rentan bahaya erosi. Oleh karena itu, dengan hilangnya tanaman penutup tanah, sinar matahari akan langsung berinteraksi dengan lapisan humus atau bahan organik, dan berdampak terhadap meningkatnya proses mineralisasi bahan organik. Dalam keadaan terbuka dan berlereng, kehilangan tanah melalui proses erosi juga akan meningkat karena didukung oleh curah hujan yang tinggi disertai dengan sifat fisik tanah yang tidak stabil. Driessen *et al.* (1976) memperlihatkan pengaruh sistem perladangan terhadap karakteristik tanah di Provinsi Kalimantan Tengah. Kehilangan tanah lapisan atas karena erosi dapat mencapai 80% atau

lebih dari semua nutrisi yang terkandung dalam tanah tersebut. Salah satu cara alami untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan mengembalikan fungsi siklus biologi dengan membiarkan tanah tersebut kembali menjadi hutan. Pembukaan kembali tanah hutan untuk perladangan dilakukan setelah 13 hingga 15 tahun kemudian.

Perubahan suhu mikro yang diakibatkan oleh pembukaan hutan untuk pertanian tanaman pangan, telah mengakibatkan meningkatnya proses mineralisasi bahan organik. Oleh karena itu tindakan mengurangi suhu tanah dengan menggunakan penutup tanah (mulsa) berupa serasah kayu-kayuan atau hasil panen, akan dapat menurunkan suhu tanah dan berdampak pada meningkatnya proses humifikasi (pembentukan asam-asam humus). Dalam kondisi hutan alami, C-organik tanah lebih bersifat aromatik dibandingkan dengan hutan tanaman pinus (Chen *et al.*, 2004) atau tanaman pangan (Ding *et al.*, 2002). Bahan organik yang bersifat aromatik bersifat hidrofobik, membentuk agregat tanah lebih stabil sehingga tidak rentan terhadap erosi. Oleh karena itu pemanfaatan lahan hutan untuk tanaman pangan lahan kering, perlu memperhatikan besarnya lereng yang berkaitan dengan erosi; menurunkan suhu permukaan tanah dengan memanfaatkan serasah atau tanaman penutup tanah (mulsa); dan teknik pengelolaan lahan dengan menerapkan sistem konservasi. Pemupukan masih sangat diperlukan karena tanah-tanah dari batuan sedimen masam tergolong miskin unsur hara.

KESIMPULAN

1. Jenis bahan induk tanah sangat berperan terhadap susunan mineralogi, sifat fisik, dan kimianya. Tanah berbatuan induk batuliat mempunyai sifat kimia lebih baik dibandingkan dengan tanah berbatuan induk batupasir, kecuali kandungan Al₂O₃ lebih tinggi.
2. Karakteristik tanah di bawah vegetasi hutan alami tidak berbeda nyata dengan tanah di bawah vegetasi Hutan Tanaman Industri (*Acacia*

mangium) yang telah dikelola selama 14-15 tahun atau dua kali musim panen.

3. Sifat tanah dari batuan sedimen masam dari pedon yang diteliti tergolong rentan terhadap bahaya erosi sehingga pemanfaatannya untuk tanaman pertanian memerlukan tindakan konservasi dan menghindari penggunaan daerah berlereng (>8%), khususnya untuk tanaman pangan berakar dangkal.
4. Kandungan unsur-unsur pada horizon A yang lebih tinggi dibandingkan horizon B menunjukkan ada penimbunan unsur hara pada horizon A atau horizon permukaan yang diakibatkan oleh siklus biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bram, E. 1971.** Continuous Cultivation of West African Soils: Organic matter diminuation and effects of applied lime and phosphorus. *Plant and Soil* 35:401-414.
- Chen, C.R., Z.H. Xu, and N.J. Mathers. 2004.** Soil carbon pools in adjacent natural and plantation forest of subtropical Australia. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:282-291.
- Ding, G., J.M. Novak, D. Amarasiriwardena, P.G. Hunt, and B. Xing. 2002.** Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:421-429.
- Driessen, P.M., P. Buurman, and Permadhy. 1976.** The influence of shifting cultivation on a "Podzolic" soil from Central Kalimantan. In: *Peat and Podzolic Soils, and Their Potential for Agriculture in Indonesia*. Pp 95-115. *In Proceedings ATTA 106 Midterm Seminar, Tugu, October 13-14, 1976.* Soil Research Institute, Bogor.
- FAO. 1990.** Guidelines for Soil Profile Description, FAO, Rome.
- Fraga, V.S. and I.H. Salcedo. 2004.** Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. *Soil sci. Am. J.* 68:215-224.
- Imhoff, S., A.P. Da Silva, and D. Fallow. 2004.** Susceptibility to compaction, load support

capacity, and soil compressibility of Hapludox. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:17-24.

Loughnan, F.C. 1969. Chemical Weathering of Silicate Minerals. American Elsevier Publishing Company, Inc. New York.

Ponge, J.F., R. Chevalier, and P. Lousot. 2002. Humus Index: an integrated tool for the assessment of forest floor and topsoil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1996-2001.

Quideau, S.A., R.C. Graham, O.A. Chadwick, and H.B. Wood. 1999. Biogeochemical cycling of calcium and magnesium by *Ceanothus* and *Chemise*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63:1880-1888.

Silitonga, P.H. and N. Kastowo. 1995. Geological map of the Solok Quadrangle, Sumatera, scale 1:250.000. Geological Research and Development Centre, Bandung.

Smith and Fergusson. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Jawatan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Soil Survey Laboratory Staff. 1992. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey

Investigation Report No. 41. Version 1.0. USDA, Washington DC.

Soil Survey Staff. 2003. Keys to Soil Taxonomy. Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture. Ninth Edition.

Suharta, N. 2007. Sifat dan karakteristik tanah dari batuan sedimen masam di Provinsi Kalimantan Barat serta implikasinya terhadap pengelolaan lahan. *Jurnal Tanah dan Iklim* 25:11-26.

Suharta, N., M. Sukardi, dan B.H. Prasetyo. 1995. Karakteristik tanah Oxisol sebagai dasar pengelolaan lahan. Studi kasus pada Oxisol Sanggauledo, Provinsi Kalimantan Barat. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk* 13:9-20.

Suwarna, N., T. Budhitrisna, S. Santoso, and S.A. Mangga. 1991. The geology of the Rengat Quadrangle Sumatera, scale 1:250.000. Geological Research and Development Centre, Bandung.

Wu, R. and H. Tiessen. 2002. Effect of landuse on soil degradation in Alpine grassland soil, China. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1648-1655.