

Penilaian Karakteristik Tanah Di Taman Botani Dan Hulu Sungai Sangatta

Muli Edwin

Program Studi Kehutanan, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur
Jln. Soekarno Hatta No. 01 Sangatta Kutai Timur

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the condition and characteristics of the existing soil in the Botanical Garden and the river upstream Sangatta. The benefits of this research to add information about the diversity of soil properties in the region around the Sangatta. By knowing the potential and problems of the soil and the land can be used as a basis in the management and land use in order to lead -based development environment From the observations earliest to known in the both locations each there are two land systems, namely Pendreh at locations river upstream Sangatta and Maput the Botanical Garden. Both of these land systems have different characteristics such as lanform, relief, great group of soil, the intensity of rainfall and rocks. Based on the characteristics of different land, also found of soil characteristics different in both locations, where the soil river upstream Sangatta have a high fertility rate compared to the ground in the Botanic Garden. It can be seen from the CEC and other soil properties. So is the thickness of the soil, the soil on the river upstream Sangatta little deeper than the soil in the Botanical Gardens. Of the soil maps in general, there are two orders of soil in Sangatta, are of the order Ultisols and Inceptisol. In addition to these two orders are also that occupy other soil orders a small portion of certain areas. Studies in the river upstream Sangatta in Pendili - Mentoko with altitude > 100 m dpl founded soil orders Entisols that a soil sedimentation in river water flow. Soil in the Botanical Garden at 15-30% slope with altitude 0-100 (80 m dpl) found the order Ultisols that argillic identifier of soil horizon. Based on the rate of clay leaching on both the location of the research, have shown differences in the levels of accumulation of clay at any given depth, which to the the parents type of soil like Ultisols that there is an increased accumulation of clay along with increasing soil depth. While the new soil like Entisols tend not yet experienced the level of the clay leaching up.

Keys word : characteristic and soil

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi dan karakteristik tanah yang ada di Taman Botani dan hulu sungai Sangatta. Manfaat dari penelitian ini untuk menambah informasi mengenai keragaman sifat-sifat tanah yang ada di wilayah sekitar Sangatta. Dengan diketahuinya potensi serta permasalahan mengenai tanah dan lahan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan dan pemanfaatan lahan dalam rangka menuju pembangunan yang berbasis kelestarian lingkungan. Dari hasil pengamatan awal diketahui di kedua lokasi masing-masing terdapat dua system lahan, yaitu Pendreh pada lokasi hulu sungai Sangatta dan Maput pada lokasi Taman Botani. Kedua system lahan tersebut memiliki karakteristik lahan yang berbeda seperti lanform, relief, great group tanah, intensitas curah hujan dan batuan. Berdasarkan karakteristik lahan yang berbeda, ditemukan juga karakteristik tanah yang berbeda di kedua lokasi, dimana pada tanah hulu sungai Sangatta memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dibanding tanah di Taman Botani hal tersebut dapat dilihat dari nilai KTK maupun sifat tanah yang lainnya. Begitu juga dengan ketebalan tanah, tanah pada hulu sungai Sangatta sedikit lebih dalam dibanding tanah di Taman Botani. Dari peta tanah secara umum terdapat dua ordo tanah di wilayah Sangatta, yaitu ordo Ultisols dan Inceptisol. Selain kedua ordo tersebut terdapat juga ordo tanah lainnya yang menempati sebagian kecil kawasan tertentu. Studi pada kawasan hulu sungai Sangatta di Pendili-Mentoko dengan

ketinggian tempat > 100 m dpl ditemukan ordo tanah Entisols yang merupakan tanah hasil sedimentasi aliran air sungai. Tanah di Taman Botani pada kelerengan 15-30% dengan ketinggian tempat 0-100 (tepatnya 80 m dpl) ditemukan tanah ordo Ultisols dengan horizon penciri yaitu Argilik. Berdasarkan tingkat pencucian liat pada kedua lokasi, telah menunjukkan adanya perbedaan kadar penimbunan liat pada setiap kedalaman tertentu, dimana untuk jenis tanah tua yaitu Ultisols terdapat peningkatan penimbunan liat seiring bertambahnya kedalaman tanah. Sedangkan tanah baru, yaitu Entisols cenderung belum mengalami tingkat pencucian lanjut terhadap liat.

Kata kunci: karakteristik, tanah

1 Pendahuluan

Tanah berasal dari hasil pelapukan batuan bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dan organisme yang hidup di atasnya atau didalamnya. Selain itu, di dalam tanah terdapat pula udara dan air, (Sihotang, 1989). Selain faktor batuan, faktor topografi terutama kelerengan dan ketinggian tempat sangat berpengaruh dalam proses pembentukan tanah. Seperti halnya tanah-tanah di Kalimantan Timur yang sebagian besar terbentuk dari batuan sedimen. Faktor curah hujan dan topografi secara terkait dan berkesinambungan menjadi penentu utama dalam pembentukan tanah dan karakteristik tanah serta vegetasi.

Tanah di kawasan tropis mempunyai variasi yang cukup tinggi baik sifat fisika maupun sifat kimianya. Variasi tersebut sebagai bagian yang tak terpisahkan dari variasi suhu dan curah hujan di kawasan tropis. Bahkan dapat disebutkan bahwa keragaman tanah di daerah tropis sebanding dengan keragaman kondisi iklim dan topografinya, baik lokal maupun regional. Selain itu hubungan timbal balik antara vegetasi alami dan tanah sangat dekat sehingga keragaman tipe vegetasi juga menunjukkan secara langsung dan tidak langsung pada keragaman sifat fisika dan kimia tanah.

Vegetasi secara umum dipengaruhi oleh keadaan tanah dan ketersediaan air, dengan begitu perlu diperhatikan keberadaan vegetasi yang terdapat di suatu tempat yang tumbuh secara alami. Vegetasi alami ini dapat memberikan indikasi terhadap sifat-sifat tanah atau lingkungannya, sehingga perlu diketahui vegetasi dominan dan vegetasi spesifik yang tumbuh di wilayah tersebut (Anonim, 2004). Salah satu ciri hutan hujan tropis yaitu persediaan unsur hara total sebagian besar terdapat dalam biomassa tumbuhan dan secara relatif kecil disimpan dalam komponen tanah. Pohon-pohon dan banyak tumbuhan lain yang berakar menyerap unsur hara dan air pada tanah (Whitmore, 1975).

Tingkat perkembangan tanah dapat dicirikan oleh distribusi dan komposisi mineral di dalam tanah. Tanah yang mengalami perkembangan tanah lebih lanjut jika kandungan mineral primer yang mudah lapuk lebih sedikit dibanding mineral yang sukar lapuk. Sedangkan kandungan liat dalam tanah cenderung meningkat dengan tingkat pelapukan

yang lebih lanjut (Hardjowigeno, 1993). Di Kalimantan termasuk Kutai Timur terdapat tanah-tanah dengan tingkat perkembangan akhir atau lanjut. Seperti tanah Ultisol, Oxisol dan Latosol.

Prasetyo dan Suriadikarta (2006), menyatakan bahwa tanah Ultisol merupakan tanah yang sebarannya luas di Indonesia dan sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha). Untuk Kalimantan Timur sebaran tanah Ultisol sekitar 10,04 juta ha atau sekitar 80% dari luas daratan Kaltim. Tanah Ultisol memiliki kesuburan tanah rendah, kesuburan tanah Ultisol ditentukan oleh kandungan bahan organik pada lapisan atas, bila lapisan ini tererosi maka tanah menjadi miskin bahan organik dan hara. Ultisol umumnya memiliki horizon Argilik yang biasanya sangat sulit untuk ditembus oleh akar tumbuhan karena memiliki kandungan liat dan Al yang tinggi. Selain itu Ultisol juga memiliki kemasaman tanah tinggi dan miskin kandungan hara makro.

Tingkat perkembangan tanah dapat juga di ketahui dengan menentukan bulk density. Makin tinggi bulk density makin berkembang tingkat perkembangan tanah. Jika bulk density turun dari 2.65 menjadi kurang dari 2 maka pelapukan batuan akan meningkat karena terbentuknya pori pori tanah (Hardjowigeno,1993).

Penilaian tingkat pelapukan tanah dan karakteristik tanah didasarkan pada sifat mineralogi, sifat fisik dan kimia tanah. Tanah tua seperti Ultisols telah mengalami pencucian lanjut sehingga horison B dapat dimaksukan sebagai horison Argilik, sedangkan horison tanah baru seperti tanah Inceptisols dapat dimasukan sebagai horison Kambik. Penimbunan liat yang terjadi pada horison B menunjukkan bahwa tanah itu telah mencapai tingkat perkembangan lanjut, Sedangkan tanah baru masih dalam tingkat perkembangan awal (Sihotang, 1989).

Horizon Argilik disebut juga lapisan liat atau horizon penimbunan (illuviasi). Terbentuk di bawah horizon tercuci (elluviasi). Horizon Argilik terbentuk akibat adanya perpindahan liat secara vertical dibawa oleh air dan mengendap membentuk gumpal tanah (ped) (Subroto. 2004). Distribusi liat pada tanah yang mempunyai hoizon Argilik seperti pada Tabel berikut.

Tabel 1. Distribusi Liat pada Tanah yang Mempunyai Horizon Argilik

No.	Ketebalan	% Liat A	% Liat Bt	Jarak vertical
1	>1/3	<15 %	>% A + 3 %	>30 cm
2	>1/3	15 – 40 %	>% A + 1,2	>30 cm
3	-	>40%	>% A + 8 %	>30 cm
4	>8	t.c >60%	f.c >%	-

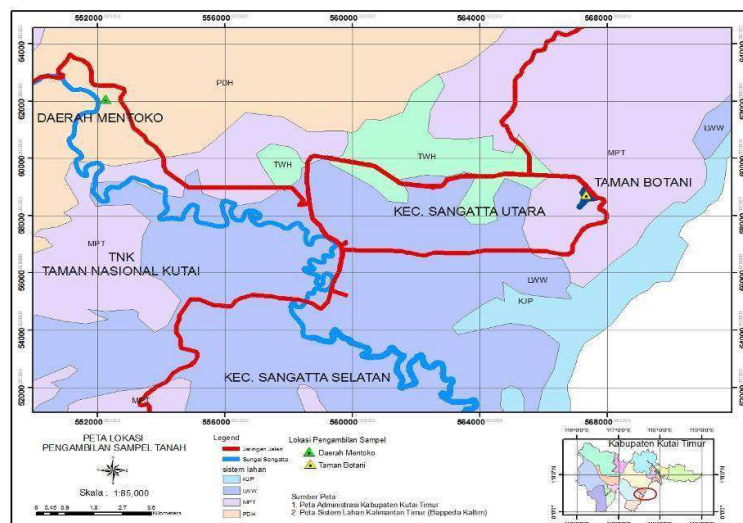
Sumber : Soil Taxonomy, USDA, (1999)

Dalam penelitian ini yang bersifat studi eksplorasi perkembangan tanah dengan mengetahui karakteristik tanah terutama morfologi, sifat fisik dan kimia tanah ditujukan dalam rangka menambah informasi dan menguatkan pengetahuan tentang kondisi tanah

di lokasi penelitian bahwa tanah di Kalimantan Timur merupakan tanah tropis dengan kondisi kesuburan yang rendah dan merupakan tanah dengan tingkat perkembangan lanjut atau akhir.

2 METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini ada dua tempat yaitu, daerah Montoko Hulu Sungai Sangatta dan Taman Botani Bukit Pelangi. Waktu penelitian ini dilakukan kurang lebih 1 tahun dimulai dari bulan Juni 2013 sampai bulan Juli 2014 terdiri dari kegiatan observasi lapangan, pengumpulan data, uji laboratorium, analisis data, dan penyusunan hasil penelitian.



Gambar 1. Peta Kecamatan Sangatta Selatan

Prosedur dalam penelitian studi eksplorasi terhadap karakteristik tanah terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

2.1 Pembuatan dan Pengamatan Profil Tanah

Sebelum membuat penampang (profil) tanah, perlu diperhatikan keadaan lingkungan sekitarnya. Lokasi pembuatan penampang tanah harus dilakukan pada tanah yang representatif dan sedapat mungkin tanahnya masih alami. Penampang atau profil tanah dibuat dengan dengan ukuran panjang 2 m, lebar 1 m, dalam 1,5 m. Bagian sisi penampang yang diamati adalah sisi yang terkena sinar matahari agar tampak terang.

2.2 Pencatatan Hasil Pengamatan Lapang

Hasil pengamatan tanah dicatat pada formulir isian (data card). Formulir isian ini memuat keterangan umum, keterangan lingkungan, dan uraian morfologi tanah atau sifat fisik tanah. Pengisian dilakukan di lapangan pada waktu pengamatan, selengkap mungkin, cukup jelas, dan dinyatakan dengan simbol atau kode.

2.3 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan contoh tanah merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam penelitian ini. Contoh tanah yang diambil harus dapat mewakili (representative) satuan-satuan tanah. Contoh tanah utuh atau undisturbed soil samples, yaitu contoh tanah yang diambil menggunakan ring atau tabung, dari beberapa lapisan, untuk penetapan sifat fisik tanah seperti bulk density, permeabilitas, dan daya hantar hidraulik. Pengambilan contoh tanah utuh ini dilakukan pada lahan potensial dengan lereng < 25 % yang merupakan satuan tanah utama. Contoh tanah diambil pada tiga kedalaman, yaitu pada kedalaman 0 - 10 cm, 10 - 20 cm dan, 20-40 cm. Setiap kedalaman diambil contoh ring lebih dari sekali pengambilan sebagai ulangan. Contoh tanah terusik, yaitu contoh yang dikumpulkan dari beberapa kedalaman di dalam profil tanah. Contoh tanah ini diambil pada tujuh kedalaman, yaitu 0-10, 10-20, 20-40, 40-50, 50-70 dan, 70-90 cm. contoh tanah tersebut digunakan untuk keperluan analisis tingkat pencucian liat dan beberapa sifat tanah lainnya yang dibutuhkan dalam penelitian.

2.4 Uji Laboratorium

Contoh tanah yang telah dikumpulkan dari lokasi penelitian akan dilakukan pengujian lebih lanjut di laboratorium tanah.

2.5 Analisa Data

Berdasarkan tujuan penelitian, maka analisa data yang dilakukan adalah mengetahui karakteristik tanah serta perkembangan tanah berdasarkan mineral liat dari nilai KTK seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Kapasitas Tukar Kation dari Beberapa Mineral Liat Utama

No.	Mineral Liat	Kapasitas Tukar Kation (me/100g)
1	Liat Armorphus	160(pada pH 6.2)
2	Vermikulit	100 – 150
3	Montmorillonit	60 – 100
4	Halloysit 4H ₂ O	40 – 50
5	Illit	20 - 40
6	Klorit	10 – 40
7	Kaolinit	2 – 16
8	Halloysit 2H ₂ O	5 – 10
9	Sesquioksida	0

Sumber: Mukhlis, (2004)

Dari berbagai pengamatan ciri tekstur tanah, ternyata KTK berbanding lurus dengan jumlah butir liat. Semakin tinggi jumlah liat suatu jenis tanah yang sama, maka KTK juga bertambah besar. Makin halus tekstur tanah makin besar pula jumlah koloid organiknya. Sehingga KTK juga semakin besar. Sebaliknya tekstur kasar seperti pasir atau debu, jumlah koloid liat relatif kecil dari pada tanah bertekstur halus (Hakim dkk, 1986).

KTK liat dapat digunakan untuk menduga umur perkembangan dan tingkat pelapukan tanah seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Proses Perkembangan Tanah Berdasarkan KTK Liat

Fase Pelapukan	KTK liat	Fase	Perkembangan	Kelas Tanah	
		Perkembangan Tanah	Horizon	USDA	FAO
Awal/Baru (Recent)	>25me/100g liat	I	A - C	Entisols	Lithosols
		II	A - Bw - C		Inceptisols
Pertengahan (Intermediate)	26-16me/100g liat	III	A - Bt - C	Ultisols	Ferralic
Akhir (Ultimate)	< 16me/100g liat	IV	A - Box - C	Oxisols	Nitisols
					Ferrasol

Sumber: Subroto, (2003)

Selanjutnya menurut (Van Reeuwijk, 1986 dalam Saragih 2009), rumus untuk menghitung KTK liat sebagai berikut :

$$\text{KTK Liat} = \frac{\text{KTK Tanah}}{\% \text{ Liat Total}} \times 100 \% \quad (1)$$

3 Hasil Dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian berada dalam wilayah Sangatta, tepatnya secara administrasi masuk kecamatan Sangatta Utara. Dari dua lokasi yang telah ditentukan memiliki kondisi topografi dan tutupan vegetasi yang berbeda. Kedua lokasi tersebut dipilih karena dapat mewakili sistem lahan Pendreh (PDH) dan Maput (MPT), sedangkan sistem lahan yang lain yang seharusnya juga diambil sampel tanahnya belum dapat dilakukan karena keterbatasan waktu dan biaya. Penelitian ini dapat bersifat berkelanjutan mengingat cakupan yang luas dan biaya yang cukup besar.

Berdasarkan tujuan penelitian, yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah serta perkembangan tanah berdasarkan pencucian liat pada tanah-tanah tropis dengan studi di daerah Sangatta, maka dalam penelitian ini dengan dua lokasi tersebut cukup untuk

mengetahui perkembangan tanah tropis walupun belum dapat mewakili system lahan yang lain di dalam kawasan Sangatta seperti Lawang Uwang (LWW) dan Kejapah (KJP).

Tabel 4. Karakteristik Sistem Lahan di Kedua Lokasi Penelitian

Karakteristik lahan	Sistem lahan	
	Pendreh (PDH)	Maput (MPT)
Kelerengan (%)	26 – >40	0 – >40
Distribusi kelerengan	50% berlereng curam	95% berlereng
	25% berlereng tajam	5% dataran banjir
	25% berlereng tegak	
Relief (m)	>300	51 – 300
Ketinggian dpl (m)	100 – 2000	0 – 1500
Mineralogi	Quartz, Felsic	Felsic
Curah hujan (mm/thn)	1800 – 4400	1600 – 4400
Suhu (°C)	Min. = 12	Min. = 15
	Max. = 31	Max. = 31
Batuan	Batu pasir, konglomerat	Batu pasir, batu lumpur dan marl
Kelompok besar tanah	Hapludults dan Dystropepts	Hapludults dan Dystropepts
Peruntukkan Lahan	Hutan lindung, suaka flora/fauna, pendidikan/penelitian	Hutan lindung, Hutan wisata, Perkebunan terbatas

Sumber: Sistem Lahan RePPPProT (1987) dalam Subroto (2004)

Pengelompokan kawasan lahan berdasarkan sistem lahan dilakukan untuk mendapatkan informasi awal terhadap geofisik kawasan, seperti bentang lahan, batuan, asosiasi tanah, topografi, relief, iklim dan lainnya yang merupakan atribut setiap sistem lahan. Subroto (2004) menyatakan bahwa bentuk-bentuk sistem lahan di Indonesia ditetapkan berdasarkan sistem deskripsi yang dikembangkan oleh Christian dan Stewart (1968), kemudian dikombinasikan dengan pendekatan bentuk bentang lahan (landform) wilayah yang dikembangkan oleh Desaunette (1977). Kedua sistem pendekatan tersebut telah dikembangkan dan diaplikasikan dalam RePPPProT (Regional Physical Planning Program for Transmigration Development) di Indonesia dengan peta skala arahan 1 : 250.000 oleh Overseas Development Agencies Pemerintah Inggris pada tahun 1987.

Hasil penelaahan informasi awal terhadap kondisi geofisik kedua sistem lahan dimana telah dilakukan pengambilan sampel tanah pada kedua system lahan tersebut mengemukakan beberapa karakteristik lahan seperti pada Tabel 4.

Dari kedua sistem lahan seperti dikemukakan pada tabel di atas menunjukkan system lahan Pendreh yang berada di daerah Mentoko memiliki kelerengan yang lebih curam atau berbukit terjal dibandingkan system lahan Maput di Taman Botani. Disini dapat dijelaskan bahwa secara umum Pendreh memiliki kondisi lahan yang sedikit lebih terjal dibanding Maput. Hal tersebut terbukti di lapangan dimana pada lokasi pengambilan sampel pada lahan Pendreh memiliki ketinggian tempat di atas 100 mdpl, sedangkan di Taman Botani ketinggian tempat dibawah 100 mdpl.

Sistem Lahan Pendreh dan Maput merupakan dua sistem lahan utama yang kondisi vegetasi dan tanahnya akan menjadi objek untuk diteliti dalam studi ini. Perbedaan antara karakteristik Sistem Lahan Maput dan Pendreh meliputi antara lain bentuk bentang lahan, relief, ketinggian tempat (dpl), susunan mineral dan batuan induk serta kisaran curah hujan tahunan seperti tergambar dalam table di atas.

Kemudian kondisi iklim secara umum wilayah Sangatta Utara di sebagian besar wilayahnya dengan udara terasa panas karena dipengaruhi oleh angin laut yang datangnya dari Selat Makassar, sedangkan pada daerah pegunungan udaranya terasa lebih sejuk. Curah hujan yang terbanyak terjadi di bulan Desember sekitar 698 mm, dan curah hujan terkecil terjadi pada bulan September yaitu sekitar 23 mm (Anonim, 2006).

Wilayah Kec. Sangatta Utara yang cukup luas berbatasan langsung dengan Selat Makasar, ini berarti Kec. Sangatta Utara memiliki pantai. Beberapa wilayahnya dibelah oleh anak sungai dan sungai, serta adanya sungai Sangatta yang melaluinya sekaligus sebagai batas alam dengan kecamatan Sangatta Selatan. Hampir keseluruhan wilayah bisa dijangkau dengan transportasi darat yang merupakan sarana utama bagi masyarakatnya. Dataran rendah dan dataran tinggi terdapat disekitar sungai Sangatta, dan agak ke Hulu dengan bentuk bergelombang. Terdapat Sungai Sangatta yang mengalir melalui kota Sangatta, dan juga sebagai batas alam dengan kecamatan Sangatta Selatan (Anonim, 2006).

Jenis tanah terdiri tanah Aluvial dari bahan endapan tanah liat dan pasir yang banyak terdapat didataran dan disekitar sungai, Brown Forest Ciil dari batuan kapur, Potsolit Merah dari batuan sendimen bercampur pasir, Potsolit Merah Kuning dari batu pasir di daerah.

Sebagian besar jenis tumbuhan hutan yang ada merupakan hutan alami yang ditumbuhi oleh beberapa jenis pohon kayu niagawi (heterogen) seperti Kapur, Meranti, Bengkirai, Keruing, Ulin dan lain-lain. Dan juga ada pula hutan sejenis seperti bakau yang banyak terdapat di daerah pesisir pantai. Pada lokasi pengambilan sampel di lahan Pendreh masih banyak ditumbuhi jenis lokal termasuk ulin dan jenis lainnya sedangkan di Taman Botani sebagian besar merupakan jenis pioneer dan jenis yang ditanam.

Kecamatan Sangatta Utara merupakan daerah perkotaan sehingga alam sekitarnya kurang cocok sebagai habitat kelangsungan berkembangbiaknya satwa. Namun di beberapa tempat kita masih dapat menemui bermacam-macam jenis satwa diantaranya adalah Orang Utan, Kelawat, Bekantan dan lain sebagainya. Sedangkan dari perairan laut dan umum, diperoleh hasil antara lain ikan Laut : Udang, Tenggiri, Tongkol, dll, sedangkan ikan Sungai : Udang, Gabus, Lele, dll (Anonim, 2006).

Tabel 5. Sifat Fisik dan Morfologi Tanah di Daerah Penelitian

Lokasi	Kedalaman (cm)	Horizon	Warna	Struktur	Tekstur	Perakaran	Permeabilitas	Porositas
Lokasi 1 (Taman Botani) Ketinggian tempat 0-100 m dpl	0-10	O	7,5 YR 5/8	AB	SL	Kasar, banyak	Agak lambat	Kurang baik
	10-20	A ₁	7,5 YR 5/8	SAB	SL	Sedikit, sedang	Agak lambat	Kurang baik
	20-30	A ₂	7,5 YR 6/8	SAB	SL	Sedikit, sedang	Sgt lambat	Kurang baik
	30-40	B ₁	7,5 YR 6/8	SAB	SCL	Sedikit, halus	-	-
	40-50	B ₂	7,5 YR 6/8	SAB	SCL	Sedikit, halus	-	-
	50-70	B	7,5 YR 6/8	SAB	CL	Sgt halus	-	-
	70-100	B	7,5 YR 6/8	SAB	SC	-	-	-
Lokasi 2 (Mentoko) Ketinggian tempat > 100 m dpl	0-10	O	7,5 YR 4/4	AB	L	Kasar, banyak	Sgt lambat	Kurang baik
	10-20	A ₁	7,5 YR 4/4	SAB	L	Kasar, banyak	Sgt lambat	Kurang baik
	20-30	A ₂	7,5 YR 4/4	SAB	CL	Sedikit, sedang	Sgt lambat	Kurang baik
	30-40	A ₃	7,5 YR 4/6	SAB	L	Sedikit, halus	-	-
	40-50	B ₁	7,5 YR 4/6	SAB	L	Sgt halus	-	-
	50-70	B ₂	7,5 YR 4/6	SAB	L	Sgt halus	-	-
70-100	C	-	-	-	-	-	-	

Keterangan:

CL = lempung berliat

SCL = Lempung liat berpasir

SC = Liat berpasir

AB = angular blocky (gumpal membulat)

SAB = sub angular blocky (gumpal bersudut)

SL = lempung berpasir

L = lempung

3.2 Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Morfologi atau sifat-sifat fisik tanah merupakan sifat tanah yang dapat diamati di lapangan dan dipelajari di lapangan. Morfologi tanah untuk mengetahui horizon-horizon tanah serta sifat fisik lainnya seperti struktur, porositas, tekstur, warna, konsistensi dan batas horizon (Hardjowigeno, 1980). Pada table berikut disajikan hasil pendeskripsian terhadap profil tanah.

Berdasarkan tabel di atas kedalaman efektif tanah di di Taman Botani dengan kondisi agak curam memiliki kedalaman sampai 70 cm, sedangkan di daerah Pendili atau Mentoko kedalaman sampai pada 100 cm. Kemudian baik porositas dan permeabilitas tanah kedua lokasi menunjukkan hal yang sama yaitu agak lambat dan kurang baik.

Secara umum sifat fisik tanah di kedua lokasi tersebut hampir sama, hal utama yang membedakan ada pada warna tanah dan kedalaman efektif tanah, tentu hal tersebut berkaitan dengan proses pembentukan tanah dan pelapukan tanah. Menurut Ruhiyat (1999), bahwa jeluk hujan dan sebarannya sepanjang tahun mempengaruhi gerakan air di dalam tanah yang berperan besar dalam pembentukan tanah dan profil tanah. Dari segi jeluk hujan kedua lokasi profil tanah tersebut berada pada curah hujan < 2.000 mm/thn. Yang membedakan adalah fisiografi terutama kelerengan lahan serta tutupan vegetasi. Baik topografi terutama lereng, curah hujan dan vegetasi sangat berkaitan dengan proses pembentukan tanah dan profil tanah.

Tabel 6. Beberapa Sifat-Sifat Kimia di Kedua Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Sifat Kimia	Lokasi 1 (Taman Botani)							Lokasi 2 (Mentoko)						
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-70	70-100	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-70	70-100
Kation Basa														
Ca ²⁺	1,3	0,18	0,18	0,41	0,25	0,03	0,2	0,85	0,39	0,28	0,34	0,42	0,24	0,27
Mg ²⁺	0,51	0,13	0,1	0,08	0,07	0,01	0,08	0,97	0,43	0,35	0,45	0,21	0,17	0,46
K ⁺	0,2	0,17	0,15	0,13	0,11	0,08	0,08	0,12	0,08	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08
Na ⁺	0,08	0,09	0,1	0,08	0,08	0,05	0,1	0,22	0,12	0,1	0,17	0,1	0,15	0,13
KTK	4,72	4,08	3,68	3,84	4,08	4,24	8,08	11,04	10,32	10,24	9,2	8,08	8,8	10
Kation Asam														
Al ³⁺	2,01	2,7	2,72	3,5	4,2	3,6	8,7							
H ⁺	0,8	1,4	1,5	2,1	2,6	2,3	4,8							
KB	44	14	15	18	13	4	6	19	10	8	11	10	7	9
Kejenuhan Al	50	82	84	83	89	95	95							

Kemudian dilihat dari peta system lahan kedua lokasi berada pada system lahan yang berbeda dimana lokasi 1 (Taman Botani) berada pada system lahan Maput dengan lanform berupa perbukitan batuan bukan endapan yang tidak simetris atau teratur, kemudian lokasi 2 (Pendili-Mentoko) lanform pengunungan batuan endapan yang tidak teratur. Sehingga dapat dijelaskan bahwa walaupun pada kondisi jeluk hujan yang sama dengan kondisi lanform yang berbeda dapat menunjukkan perkembangan tanah bahkan sifat-sifat fisik tanah yang berbeda termasuk jenis atau macam tanah berbeda.

Secara umum kandungan hara tanah di kedua daerah penelitian, seperti lazimnya tanah-tanah di wilayah lainnya di hutan tropika basah di Kalimantan Timur menunjukkan kesuburan yang rendah. Tetapi pada kenyataannya di atas tanah yang mempunyai tingkat

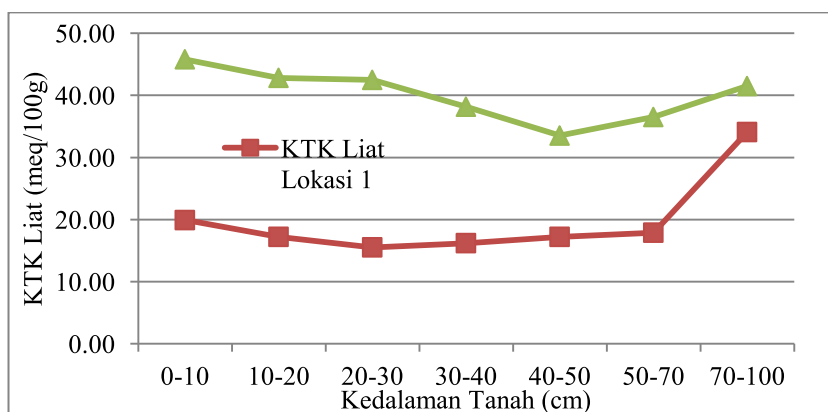
kesuburan yang rendah dapat tumbuh tegakan hutan alami yang rapat dan lebat dengan keanekaragaman jenis yang sangat tinggi.

Deskripsi terhadap hasil analisis sifat-sifat kimia tanah di kedua daerah penelitian disampaikan dalam bentuk uraian dan hubungan antara sifat kedalaman tanah dengan sifat kimia tanah, seperti Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), Kandungan Aluminium, yang disajikan pada tabel 6.

KTK pada tabel 6 untuk kedua lokasi menunjukkan kesuburan tanah yang rendah, begitu juga dengan kejenuhan basa (KB) juga menunjukkan criteria kesuburan kimiawi yang rendah. Secara umum berdasarkan kedua sifat kimia tersebut tanah di lokasi penelitian memiliki kesuburan kimiawi yang rendah. KTK merupakan kemampuan tanah dalam menjerap atau menyimpan unsur hara, semakin besar KTK tanah semakin besar pula kemampuan tanah dalam menyimpan unsure hara, sedangkan kejenuhan basa memperlihatkan banyaknya basa-basa dalam komplek jerapan tanah. Kation basa merupakan unsure hara makro yang banyak diperlukan oleh tanaman. Jika KB rendah maka kation asam tinggi baik aluminium maupun kadar H^+ .

Menurut Ruhayat (1999), keberadaan tegakan hutan yang besar atau lebat tidak langsung berarti bahwa potensi kesuburan tanahnya tinggi, seperti di Kalimantan Timur kandungan unsur hara umumnya rendah, hal ini berkaitan dengan laju proses humifikasi dan mineralisasi serasah yang sangat tinggi di hutan hujan Kaltim. Diperkuat lagi oleh Poerwowidodo (1990), keberhasilan kawasan tropika basah mendukung tipe hutan paling produktif di dunia (walaupun tanahnya tergolong miskin hara), merupakan suatu petunjuk bahwa ekosistem yang terbentuk mempunyai suatu mekanisme khusus, yang mampu mempertahankan laju pasok hara pada tingkat yang optimal. Kemudian termasuk beberapa penelitian di Kaltim juga menunjukkan hal yang sama.

(KTK liat) pada profil tanah di Sistem Lahan Maput (Pendili-Mentoko) memiliki nilai 19,71 meq/100g liat, kemudian pada system lahan Maput (Taman Botani) memiliki KTK 40,12 meq/100g liat.



Gambar 2. Grafik Kapasitas Tukar Kation (KTK Liat)

KTK pada gambar di atas dinyatakan dalam satuan kimia, yaitu miliekivalen per 100 gram liat, yang kegunaannya dalam klasifikasi tanah untuk menduga tingkat pelapukan atau tingkat perkembangan tanah. Selain itu menurut Hardjowigeno (2003) KTK liat bisa digunakan sebagai petunjuk untuk jenis-jenis mineral liat yang ditemukan. Tanah muda umumnya mempunyai KTK liat rendah, sesuai dengan tekstur bahan induk. KTK mula-mula akan meningkat dengan meningkatnya pelapukan, tetapi KTK akan menjadi rendah pada tanah dengan tingkat pelapukan lanjut, hal ini akibat melapuknya mineral liat mudah lapuk (Hardjowigeno, 2003).

Untuk lokasi 1 (Pendili-Mentoko) dilihat dari KTK liat 19,71 meq/100g liat, maka tanah tersebut memiliki mineral liat klorit, sedangkan lokasi 2 (Taman Botani) dengan KTK 40,12 meq/100g liat memiliki mineral liat Halloysit.

Untuk KTK liat pada lokasi pengambilan sampel di Taman Botani dapat diduga sebagai tanah Ultisols yang memiliki nilai KTK rendah pada semua lapisan tanah. Sedangkan pada tanah lokasi kedua di hulu sungai memiliki KTK liat yang lebih tinggi dan diduga sebagai tanah Entisols. Hal tersebut menunjukkan tanah pada lokasi 2 merupakan tanah baru (ent dalam bahasa Yunani baru) yang biasanya menempati bagian kanan kiri sungai atau delta sungai tanah Entisols dalam sistem PPT Bogor disebut juga tanah Alluvial. Kemudian pada tanah di Taman Botani memiliki KTK yang rendah diduga sudah mengalami tingkat pelapukan lanjut sebagaimana ciri tanah Ultisols.

3.3 Tingkat Pencucian Liat

Menurut Hardjowigeno (1987) tanah dengan kandungan bahan organik atau dengan kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi dibanding tanah dengan kandungan organik rendah atau tanah berpasir, selain itu jenis mineral liat juga menentukan besarnya KTK. Misalnya tanah dengan mineral liat montmorilonit dan illit mempunyai KTK yang lebih besar daripada tanah dengan mineral liat kaolinit. Untuk kedua lokasi penelitian KTK liat, yaitu halloysit dan klorit yang juga tergolong rendah dibanding montmorilonit.

Distribusi fraksi liat di kedua daerah penelitian menunjukkan pola yang berbeda seperti dikemukakan pada Gambar 2 dan 3. Untuk Sistem Lahan Maput (Taman Botani) pada tanah permukaan atau horizon eluviasi memiliki kandungan liat yang lebih kecil dibanding horizon di bawahnya atau horizon illuviasi, hal ini menunjukkan adanya indikasi illuviasi kuat sehingga memenuhi salah satu persyaratan adanya horizon argilik atau spodik, selain itu masih terdapat mineral dapat lapuk atau pengerasan, dengan demikian horizon illuviasi pada profil tanah di Sistem Lahan Maput mencirikan adanya horizon Argilik (Bt) yang umumnya dimiliki oleh tanah ordo Ultisols (USDA).

Pada profil tanah di Sistem Lahan Pendreh (Pendili-Mentoko) kandungan fraksi liat cenderung tidak ada peningkatan penimbunan seiring dengan bertambahnya kedalaman

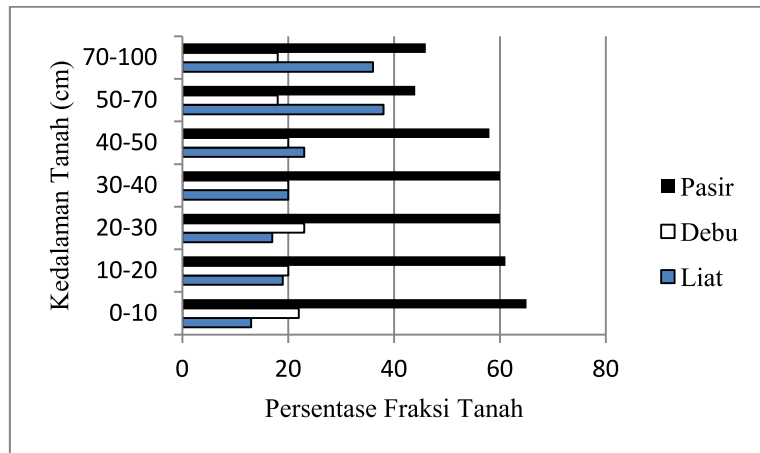
tanah. Hal demikian menunjukkan tidak ada indikasi adanya argilik pada horizon B. Horizon argilik (Bt) terbentuk akibat adanya akumulasi liat secara vertikal dari lapisan tanah bagian atas ke bawah yang biasanya menempati daerah perbukitan atau pegunungan baik di lereng atau di punggung bukit. Pengambilan sampel tanah pada lokasi tersebut dilakukan di daerah pinggir sungai Sangatta, sehingga berdasarkan kondisi lapangan atau lanform tanah tersebut dapat berupa tanah ordo Alluvial (FAO/UNESCO) atau ordo Entisols (USDA). Tanah Entisols merupakan tanah baru (ent = baru; bahasa Yunani). Tanah Entisols umumnya menempati kanan-kiri sungai atau delta sungai yang terbentuk dari proses sedimentasi air sungai. Walaupun jarak dari sungai 50-100 m dari pinggir sungai, kemungkinan tanah ordo Entisols masih ada atau peralihan dari Entisols ke Inceptisols atau Alfisols.

Ada beberapa kriteria yang memenuhi sebagai tanah Entisols yang memiliki lapisan oksik, yaitu tekstur tanah mengandung liat > 15%, batas sub horizon kabur, tanahnya lempung berpasir atau lebih halus, mempunyai unsure basa < 10 meq, dan terakhir memiliki KTK liat < 16 meq/100 tanah. KTK liat yang rendah pada kedalaman dari 30 sampai 70 cm atau ketebalan \pm 40 cm, hal tersebut memenuhi syarat lapisan oksik, yaitu harus memiliki ketebalan \geq 30 cm. Kemudian persyaratan yang lain lapisan oksik menempati pada kedalaman tanah yang kurang dari 1,5 meter.

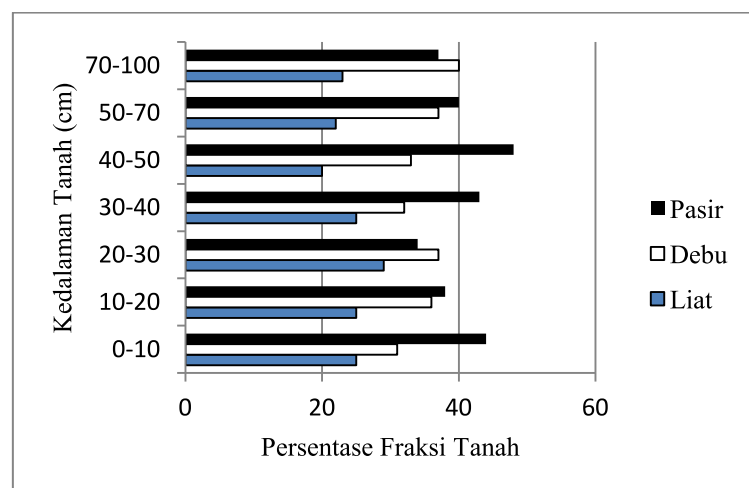
Distribusi vertikal kandungan fraksi debu dan pasir di kedua daerah penelitian tidak sama dengan pola fraksi liat. Lambatnya fraksi pasir dan debu tercuci ke lapisan bawah karena ukuran butiran debu dan pasir sedikit lebih besar dibanding liat akibatnya gerak butiran debu melalui infiltrasi dan perkolasi agak terhambat, walaupun proses dekomposisi dan sedimentasi di lapisan permukaan terus berjalan. Terdapat sedikit mengalami penurunan fraksi pasir pada kedalaman di atas 40 cm untuk Sistem Lahan Maput. Fraksi pasir memiliki butiran/ukuran yang lebih besar sehingga agak terhambat proses pencuciannya (Gambar 2). Pada Sistem Lahan Pendreh karena merupakan tanah baru (Entisols) tingkat pencucian fraksi tanah belum lama, sehingga menunjukkan kandungan fraksi yang hampir sama pada tiap kedalaman tanah (Gambar 3).

Gambar 3 menunjukkan adanya peningkatan liat yang relatif tinggi pada kedalaman tanah di atas 50 cm. Kemudian untuk mengetahui adanya Argilik maka dilakukan perhitungan dimana persen liat lapisan A di atas 15% (23%) kemudian syarat persen liat lapisan Bt (Argilik) adalah $> \% \text{ liat A} \times 1,2$. Dari hasil perhitungan telah diperoleh nilai sebesar 27,6%, sehingga memenuhi syarat sebagai lapisan Argilik. Dilihat dari Gambar 3 maka lapisan Argilik memiliki ketebalan lebih dari 30 cm yaitu dari kedalaman 50 cm sampai dengan 100 cm. Dengan diketahui adanya lapisan Argilik maka dapat dipastikan ordo tanah pada lokasi Taman Botani yaitu Ultisols (USDA) atau tanah podsolik merah

kuning. Kemudian pada Gambar 4 menunjukkan tingkat pencucian liat yang rendah dan tidak mencirikan adanya lapisan argilik seperti tanah Ultisols.



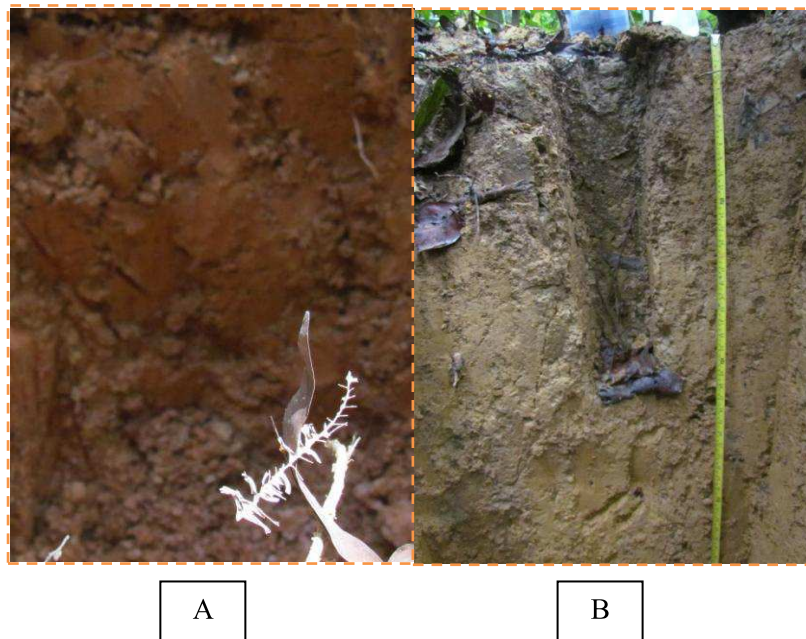
Gambar 3. Distribusi Fraksi Tanah di Sistem Lahan Maput (Taman Botani)



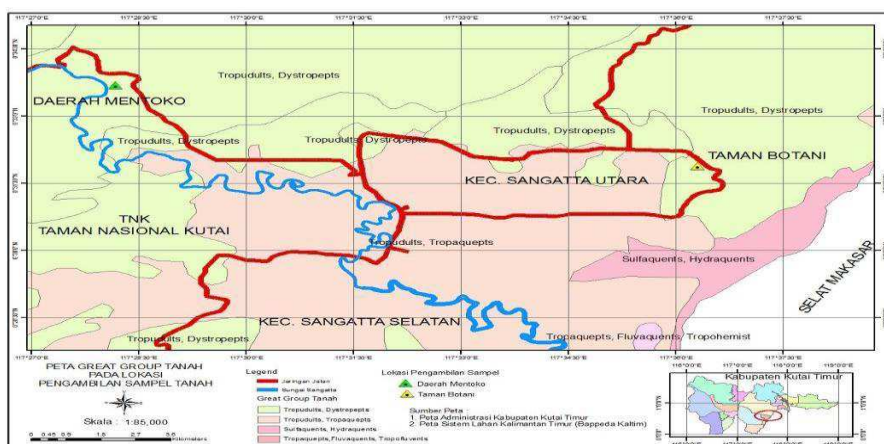
Gambar 4. Distribusi Fraksi Tanah di Sistem Lahan Pendreh (Pendili-Mentoko)

Mengacu pada legenda Peta Sistem Lahan Kalimantan Timur untuk kedua lokasi pengambilan sampel tanah diketahui mempunyai great group (kelompok besar) tanah Tropludults dan Dystropepts (Gambar 6 dibawah). Tropludults dan Dystropepts merupakan gugusan ordo tanah Ultisols dan Inceptisols yang sebagian besar menempati kawasan tersebut. Sehingga berdasarkan peta system lahan tersebut dan kondisi topografi kawasan perbukitan batuan bukan endapan yang tidak simetris atau teratur (Maput) dan pengunungan batuan endapan yang tidak teratur (Pendreh), wajar jika kedua lokasi tersebut sebagian besar mempunyai ordo tanah Ultisols dan Inceptisols. Ultisols umumnya menempati bagian punggung dan lereng, sedangkan Inceptisols menempati

bagian kaki atau lembah, kemudian sebagian kecil pada bagian sekitar sungai dan delta terdapat tanah Inceptisols dan Entisols serta bagian rawa biasanya tanah ordo Histosols.



Gambar 5. (A) Profil Tanah pada Lokasi Taman Botani (B) Profil Tanah pada Lokasi Pendili-Mentoko



Gambar 6. Great Group Tanah pada Kawasan Sangatta dan Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Berdasarkan peta tanah dari system lahan dan hasil riset terhadap tingkat pencucian liat serta sifat-sifat tanah lainnya seperti KTK, maka pada tanah lokasi Taman Botani ditemukan adanya ordo tanah Ultisols. Kemudian pada tanah di hulu sungai Sangatta sekitar kawasan Pendili-Mentoko telah ditemukan tanah Entisols (USDA) atau Alluvial (FAO).

Ciri-ciri umum untuk tanah Ultisol antara lain, kandungan bahan organik rendah, tidak mempunyai banyak humus, pH tanah rendah, adanya penimbunan liat di horizon

bawah, wajib memiliki horizon penciri Argilik dan bahan induk seringkali berbecak kuning, merah dan kelabu tak begitu dalam tersusun atas batuan bersilika, batu lapis, batu pasir, dan batu liat, sedangkan tanah Entisols ciri-cirinya hampir sama dengan tanah Ultisol hanya solum tanahnya sedikit lebih dangkal dan tidak terdapat indikasi kuat adanya penimbunan liat pada lapisan bawah permukaan, adanya horizon oksik pada kedalaman kurang dari 1,5 m dan berwarna merah kuning sampai kuning coklat dan bertekstur paling halus liat, dan KTK tanah cenderung lebih tinggi dibanding tanah Ultisols.

Menurut Notohadiprawiro (1986) Ordo Ultisols pertama kali dikenal dengan nama Podsolik Merah Kuning. Kemudian dalam sistem klasifikasi tanah USDA (1975) tanah podsolik merah kuning secara umum masuk dalam ordo Ultisols, selanjutnya dalam sistem FAO/UNESCO tanah Ultisol menjadi dua satuan, yaitu Acrisol dan Nitosol. Kemudian ordo Entisols (sistem klasifikasi USDA) disebut juga tanah Alluvial dalam sistem PPT Bogor (1978/1982).

Dasar pemikiran dalam mempelajari pedogenesis tanah salah satunya adalah tanah merupakan penghasil liat alami. Karena proses disintegrasi dan sintesis maka jumlah fraksi liat di dalam tanah semakin bertambah, dan terbentuk jenis-jenis liat baru. Kemudian relief atau beda tinggi suatu daerah juga berperan dalam proses pembentukan tanah dengan cara, mempengaruhi jumlah air hujan yang tertahan dan meresap, besarnya erosi serta pergerakan air. Beda tinggi berhubungan dengan beberapa sifat tanah, seperti tebal solum, warna, perkembangan horizon, bahan organik, pH, dan kandungan air (relative wetness) (Hardjowigeno, 2003).

Pada kedua lokasi riset selain memiliki topograf. yang berbeda juga memiliki tutupan vegetasi yang berbeda, hal tersebut juga berpengaruh terhadap pembentukan tanah. Pembentukan tanah-tanah pada kawasan sekitar pinggiran sungai banyak dipengaruhi oleh sedimentasi air sungai, sedangkan tanah-tanah yang ada di kawasan lereng dan perbukitan merupakan tanah-tanah tua yang umur pembentukan lebih lama dibanding tanah-tanah muda seperti Alluvial dan Inceptisols.

Konfigurasi beda tinggi sangat berpengaruh terhadap pembentukan tanah. Salah satu cara mengetahui perkembangan tanah dapat dilihat dari tingkat pencucian liat pada tiap kedalaman tertentu. Dalam riset menunjukkan di Taman Botani yang merupakan bagian punggung bukit dengan system lahan Maput ditemukan tanah Ultisols, kemudian di Pendili-Mentoko system lahan Pendreh ditemukan tanah Entisols atau Alluvial. Walaupun berada pada sistem lahan Pendreh (Great Group = Tropludults Dystropepts), yang sebagian besar ditempati tanah Ultisols pada hulu sungai Sangatta, tetapi karena posisi profil dan pengambilan sampel yang kebetulan berada pada sempadan sungai Sanggata (± 100 meter dari pinggir sungai), sehingga sangat memungkinkan ditemukannya tanah Alluvial atau tanah Inceptisols.

Dalam riset ini masih sangat memungkinkan dilakukannya penelitian lanjutan, terutama pada kawasan sekitar wilayah kota Sangatta, karena terkait dengan banyaknya permintaan akan pendayagunaan lahan. Dengan adanya informasi yang konkrit dan lengkap mengenai potensi lahan terutama tanah, hal tersebut dapat digunakan dalam penataan ruang termasuk dalam tata guna lahan serta pemanfaatan lahan yang lebih bertanggung jawab dengan berbasis pada konservasi tanah dan air.

4 Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka beberapa kesimpulan dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut ini:

- a. Berdasarkan karakteristik tanah terdapat perbedaan di kedua lokasi, dimana pada tanah hulu sungai sangatta memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dibanding tanah di Taman Botani. Begitu juga dengan ketebalan tanah pada hulu sungai Sangatta sedikit lebih dalam dibanding tanah di Taman Botani.
- b. Dari peta tanah secara umum terdapat dua ordo tanah di wilayah Sangatta, yaitu ordo Ultisols dan Inceptisol. Selain kedua ordo tersebut terdapat juga ordo tanah lainnya yang menempati sebagian kecil kawasan tertentu. Studi pada kawasan hulu sungai Sangatta di Pendili-Mentoko dengan ketinggian tempat > 100 m dpl ditemukan ordo tanah Entisols yang merupakan tanah hasil sedimentasi aliran air sungai. Tanah di Taman Botani pada kelerengan 15-30% dengan ketinggian tempat 0-100 (tepatnya 80 m dpl) ditemukan tanah ordo Ultisols dengan horizon penciri yaitu Argilik.
- c. Berdasarkan tingkat pencucian liat pada kedua lokasi riset, telah menunjukkan adanya perbedaan kadar penimbunan liat pada setiap kedalaman tertentu, dimana untuk jenis tanah tua yaitu Ultisols terdapat peningkatan penimbunan liat seiring bertambahnya kedalaman tanah. Sedangkan tanah baru, yaitu Entisols cenderung tidak belum mengalami tingkat pencucian lanjut.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dibuat, maka beberapa saran yang diusulkan sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan pengambilan sampel pada tiap system lahan dan tiap tipe kelerengan dan ketinggian tempat di wilayah Sangatta serta pengkajian lebih jauh untuk mengetahui tingkat keragaman karakteristik tanah serta leaching terutama liat pada kondisi kelerengan dan ketinggian tempat berbeda.
- b. Dalam penelitian ini masih banyak kekurangan untuk dapat mewakili setiap ketinggian tempat dan kelerengan tertentu di wilayah Sangatta. Adanya penelitian-penelitian lanjutan, maka dapat menambah data-base tentang kondisi tanah pada kawasan

sekitar pemukiman dan kebun masyarakat. Dengan adanya informasi riil mengenai kondisi maupun potensi tanah serta permasalahannya, hal tersebut dapat dijadikan dasar dalam kepentingan pendayagunaan tanah dan landasan dalam pelaksanaan pembangunan terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan lahan atau tanah.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1999. Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Anonim. 2004. Juknis Pengamatan Tanah. Balai Pengamatan Tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Departemen Pertanian.
- Anonim, 2006. Kecamatan Sangatta Utara dalam Angka Tahun 2006. BPS Kutai Timur.
- Anonim 2013. Tingkat Perkembangan tanah repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/30262/.../Chapter%20II.pdf. Download Tanggal 30 12 2013.
- Hardjowogeno, S. 1993. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2003. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Notohadiprawiro, T. 1986. Ultisol, Fakta dan Implikasi Pertaniannya. Bulletin Pusat Penelitian Murihat, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prasetyo, B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Jurnal Litbang, Bogor.
- Ramadhan, I. M. 2010, Laporan Praktikum Ilmu Tanah Program studi Kehutanan, Stiper Kutai Timur.
- Saragih, R, 2009. Survey dan Pemetaan Tanah Detail di Kebun sukaluwei PT. NV perimex Kecamatan Bangun Purba Kabupaten Deli Serdang. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera utara. Medan.
- Sanchez, P.S. 1976. Properties and management of soil in the tropics. John Willey and Sons, New York.
- Subroto, 2003. Tanah Pengelolaan dan Dampaknya Fajar Gemilang, Samarinda.
- Subbroto. 2004. Geomorfologi dan Analisis Landscape. Fajar gemilang, Samarinda.
- Sihotang, A, 1989. Penilaian Tingkat Pelapukan dan Perkembangan Tanah Dengan Vegetasi Bambu (*Gigantochloa* sp) dan Karet (*Hovea* sp) Serta Klasifikasinya Menurut Sistem Taksonomi Tanah. Fakultas Pertanian. Bogor.
- Poerwowidodo. 1990. Gatra Tanah dalam Pembangunan Hutan Tanaman di Indonesia. Ed. 1 Cet. 1. Rajawali Jakarta. Hal. 1-55.
- Ruhyat, D. 1999. Potensi Tanah di Kalimantan Timur Karakteristik dan Strategi Pendayagunaannya. Fakultas Kehutanan. Univeristas Mulawarman, Samarinda.