**SIFAT TANAH PADA AREAL APLIKASI TEBANG PILIH TANAM JALUR (TPTJ)
DI PT. INTRACAWOOD, BULUNGAN, KALIMANTAN TIMUR**
*Soil Properties at Selective Cutting and Line Planting (SCLP) Application Area in
PT. Intracawood, Bulungan, East Kalimantan*

Rini Handayani¹⁾ dan Karmilasanti¹⁾

¹⁾ Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda
Jl. A.W. Syahrani No.68 Sempaja, Samarinda; Telepon. (0541) 206364, Fax (0541) 742298
Email: ihyabolih@gmail.com

Diterima 5 April 2013, direvisi 14 Mei 2013, disetujui 20 Mei 2013

ABSTRACT

One alternative to improve the productivity of logged-over forests is to implement a system of forest management based on sustainability forest and environment, such as Selective Cutting and Line Planting (SCLP) System. Intensive exploitation of natural forests will affect the environment, especially the soil. Therefore, it is necessary to study the physical and chemical properties of soil in the forest areas that apply SCLP system. Soil sampling was conducted in three land use, antara lines, planting lines and skid trails. There are 2 types of soil sample taken, namely undisturbed soil samples for determination of soil physical properties and disturbed soil samples for determination of soil chemical properties. The results showed that soil texture of antara lines and skid trails were clay and planting lines were sandy clay loam. Bulk density (BD) of antara lines ranged from 0.51 to 0.66 g/cm³ and planting lines ranged from 0.65 to 0.69 g/cm³, whereas the BD of skid trails ranged from 0.91 to 0.92 g/cm³. Total soil pore of antara lines ranged from 74.62 to 80.42 %, planting lines ranged from 73.04 to 74.71 % and total pore of skid trails ranged from 64.13 to 64.63%. Soil pH in three land use is very acid. The highest nutrient was found in plant lines.

Keywords: SCLP, land use, soil physical properties, soil chemical properties

ABSTRAK

Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas hutan alam bekas tebangan adalah dengan menerapkan sistem pengelolaan hutan yang berbasis pada kelestarian hutan dan lingkungan, yaitu sistem Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ). Pengusahaan hutan alam yang intensif akan berpengaruh terhadap kondisi lingkungan terutama tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terhadap sifat fisik dan kimia tanah di areal hutan yang menerapkan sistem TPTJ. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada 3 penggunaan lahan, yaitu jalur antara, jalur tanam dan jalan sarad. Sampel tanah yang diambil ada 2 jenis, yaitu sampel tanah utuh untuk penetapan sifat-sifat fisik tanah dan sampel tanah terganggu untuk penetapan sifat-sifat kimia tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah pada jalur antara dan jalan sarad cabang yaitu liat, sedangkan pada jalur tanam yaitu lempung liat berpasir. Bulk density (BD) pada jalur antara berkisar antara 0,51 sampai 0,66 g/cm³, pada jalur tanam berkisar antara 0,65 sampai 0,69 g/cm³, sedangkan pada jalan sarad berkisar antara 0,91 sampai 0,92 g/cm³. Pori total tanah pada jalur antara berkisar antara 74,62 sampai 80,42%, pada jalur tanam berkisar antara 73,04% sampai 74,71% dan pada jalan sarad berkisar antara 64,13 % sampai 64,63%. pH tanah pada ketiga penggunaan lahan adalah sangat masam. Kandungan hara tertinggi terdapat pada jalur tanam.

Kata Kunci: TPTJ, penggunaan lahan, sifat fisik tanah, sifat kimia tanah

I. PENDAHULUAN

Hutan merupakan kumpulan dari masyarakat seperti tumbuhan dan makhluk hidup lainnya yang saling berinteraksi dengan lingkungan tanah, air dan udara. Kegiatan

pengusahaan hutan adalah salah satu faktor utama penyebab kerusakan hutan. Kerusakan hutan tersebut berawal dari berubahnya kelimpahan dan keanekaragaman flora fauna. Penelitian Muhdi (2008) memperlihatkan

bahwa kerusakan tegakan tinggal tingkat tiang dan pohon rata-rata per hektar akibat pemanenan kayu teknik konvensional sebesar 133 pohon (33,15%), sedangkan kerusakan permudaan tingkat semai dan pancang per hektar masing-masing sebesar 8467 (34,42%) dan 1227 batang pancang (35,13%).

Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas hutan alam bekas tebangan adalah sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ). Sistem TPTJ merupakan regim silvikultur hutan alam yang mengharuskan adanya tanaman pengkayaan pada areal pasca penebangan secara jalur, yaitu 17 m jalur antara dan 3 m jalur tanaman, dengan limit diameter tebang dalam jalur berkisar 40 cm. Jalur bebas naungan secara bertahap diperlebar sesuai dengan perkembangan tanaman maksimal 10 m (Mulyana *et al.*, 2005). Sistem TPTJ tersebut merupakan pengembangan dari TPTII (Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif/SILIN).

Pengusahaan hutan alam yang intensif tentu akan berpengaruh terhadap lingkungan terutama tanah. Penurunan pasokan bahan organik akibat terangkut saat panen dapat mengakibatkan produktivitas tanah menurun. Secara fisik, tanah menjadi padat sehingga tidak mampu meresapkan air secara optimal. Secara kimia, tanah tidak mampu menyediakan hara bagi pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi tanah di areal hutan yang menerapkan sistem TPTJ baik sifat fisik maupun kimia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di areal IUPHHK/HA PT. Intracawood, Bulungan, Kalimantan Timur. Areal yang dipilih adalah jalur antara (JA), jalur

tanam (JT) dan jalan sarad cabang (JS). Pada jalur antara terdapat jenis Dipterokarpa meliputi jenis-jenis *Shorea* spp. (Bangkirai, meranti putih, meranti merah dan tengkawang), *Dipterocarpus* spp., *Vatica* spp., *Hopea* spp, dan *Parashorea* sp.

Sedangkan jalur tanam adalah jalur yang ditanami jenis Dipterokarpa yang telah berumur 3 tahun. Jalan sarad cabang kelerengannya tidak melebihi 40%.

Analisis sifat fisik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Pusat Penelitian Hutan Tropis, Universitas Mulawarman.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel tanah utuh (*undisturbed soil sample*) untuk penetapan sifat-sifat fisik tanah dan sampel tanah terganggu (*disturbed soil sample*) untuk penetapan tekstur dan sifat-sifat kimia tanah.

Alat yang digunakan adalah ring sampel, cangkul, bor tanah, kantong plastik tebal, pisau tajam tipis, label dan alat tulis.

Sampel tanah terganggu diambil secara komposit sebanyak 3 titik pada kedalaman 0-20 cm dari petak seluas 1 Ha. Penentuan titik dilakukan secara acak. Sampel tanah utuh diambil sebanyak 3 titik pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm dari petak seluas 1 Ha. Jumlah sampel tanah keseluruhan adalah 3 sampel tanah terganggu dan 18 sampel tanah utuh. Metode analisa tanah yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Data tanah hasil analisa laboratorium tanah ditabulasi selanjutnya dianalisa dengan menggunakan metode analisa deskriptif.

Tabel 1. Metode Analisa Tanah

Table 1. Methods of Soil Analysis

Jenis Analisa (Kinds of Analysis)	Parameter (Parameter)	Metode Analisa (Analysis Method)
Sifat Fisik* (Physical Characteristic)	Tekstur	Pipet
	Bulk density	Ring sampel
	Pori total	Hitung
	pH H ₂ O (1:2)	pH meter
Sifat Kimia** (Chemical Characteristic)	C-organik	Walkey & Black
	N-total	Kjedhal
	P ₂ O ₅	Bray 1
	K ₂ O	HCl 25%
	KTK, Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Na-dd	Penjenuhan dengan NH ₄ OAc pH 7

Sumber: *Kurnia (2006); **Prasetyo (2005);

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisik Tanah

Hasil analisa sifat fisik tanah di areal TPTJ PT Intracawood meliputi beberapa parameter, yaitu tekstur, *Bulk Density* (BD) dan pori total yang disajikan dalam Tabel 2. Tekstur tanah di areal PT Intracawood bervariasi yaitu liat sampai lempung liat berpasir. Tekstur tanah yang berbeda pada setiap kondisi lahan disebabkan distribusi partikel tanah berbeda.

Tekstur tanah pada jalur antara adalah liat dengan kadar pasir, debu dan liat berturut-turut adalah 23%, 23% dan 54%. Tekstur tanah pada jalur tanam adalah lempung liat berpasir dengan kadar pasir, debu dan liat berturut-turut adalah 48%, 23% dan 29%. Sedangkan tekstur tanah pada jalan sarad cabang adalah liat dengan

kadar pasir, debu dan liat berturut-turut adalah 29%, 21% dan 50%. Kandungan liat pada jalur tanam lebih rendah dibandingkan pada jalur antara dan jalan sarad cabang diduga disebabkan liat tercuci oleh aliran permukaan karena terbukanya naungan.

Menurut Ohta, *et al.* (1992), tekstur tanah merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam mengatur status unsur hara dan produktivitas tanah. Penelitian Ohta dan Syarif (1996) memperlihatkan bahwa tanah yang bertekstur liat memiliki kandungan hara lebih tinggi dibandingkan tanah yang bertekstur pasir. Tanah-tanah yang bertekstur liat mempunyai luas permukaan yang besar sehingga kemampuan menahan dan menyimpan air dan unsur hara tinggi (Hardjowigeno, 2003).

Tabel 2. Tekstur tanah pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood

Table 2. Soil texture of the three land use in SCLP area, PT. Intracawood

Penggunaan Lahan (Land Use)	Pasir (%) (Sand)	Debu (%) (Silt)	Liat (%) (Clay)	Tekstur (Texture)
JA	23	23	54	Liat
JT	48	23	29	Lempung liat berpasir
JS	29	21	50	Liat

Keterangan: JA = Jalur Antara; JT = Jalur Tanam; JS = Jalan Sarad Cabang

Sumber: diolah dari data primer.

Dengan demikian, secara potensial tanah pada jalur antara dan jalan sarad cabang yang bertekstur liat lebih menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman dibandingkan jalur tanam yang bertekstur lempung liat berpasir karena tanahnya mampu menyimpan air dan unsur hara lebih tinggi. Upaya konservasi tanah pada jalur tanam perlu dilakukan untuk menghindari kehilangan liat yang berkelanjutan.

Hasil penetapan *bulk density* pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood disajikan dalam Gambar 1. *Bulk density* jalur antara dan jalur tanam berkisar antara 0,51 sampai 0,69 g/cm³, sedangkan *bulk density* pada jalan sarad cabang berkisar antara 0,91 sampai 0,92 g/cm³. *Bulk density* jalan sarad cabang lebih tinggi dibandingkan *bulk density* jalur antara dan jalur tanam. Hal ini disebabkan tanah pada jalan sarad cabang mengalami pemadatan.

Penelitian mengenai kepadatan tanah akibat penyaradan oleh forwarder telah dilakukan Wilson (2006). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa intensitas penyaradan (rit) berpengaruh nyata terhadap kenaikan kepadatan tanah dan penurunan porositas tanah.

Hasil analisa pada Gambar 1 diketahui bahwa *bulk density* pada jalur tanam lebih tinggi dibandingkan jalur antara. Penelitian Wasis (2012) mengenai sifat tanah di hutan alam yang rusak akibat konversi lahan di Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara menunjukkan bahwa penurunan bahan organik dapat meningkatkan *bulk density* dan menurunkan porositas tanah. Dengan demikian, berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa kondisi *bulk density* tanah tergantung pada penggunaan lahan dan bahan organik tanah.

Sumber: diolah dari data primer.

Gambar 1. *Bulk density* tanah pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood.

Figure 1. *Soil bulk density of the three land use in SCLP area, PT. Intracawood.*

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa *Bulk density* lapisan atas (0-10 cm) pada jalur antara dan jalur tanam lebih rendah dibandingkan lapisan di bawahnya (10-20 cm), sedangkan *bulk density* lapisan atas pada jalan sarad cabang lebih tinggi dibandingkan lapisan di bawahnya. *Bulk density* lapisan atas pada

jalur antara dan jalur tanam lebih rendah dibandingkan di bawahnya disebabkan kandungan bahan organik lapisan atas lebih tinggi. Kondisi seperti ini yang memungkinkan *bulk density* lapisan atas pada jalur antara dan jalur tanam lebih rendah dibandingkan lapisan di bawahnya.

Sumber: diolah dari data primer.

Gambar 2. *Pori total* tanah pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood

Figure 2. *Total soil pore of the three land use in SCLP area, PT. Intracawood.*

Sinuraya (2009) mengemukakan bahwa penambahan bahan organik berupa limbah kompos leguminosa dapat menurunkan *bulk density* dan meningkatkan ruang pori tanah.

Bulk density lapisan atas pada jalan sarad cabang lebih tinggi dibandingkan lapisan di bawahnya. Hal ini dikarenakan adanya proses pemadatan tanah pada lapisan atas sebagai akibat dari penggunaan alat berat pada saat penyaradan. Penelitian karakterisasi tanah pada lahan reklamasi bekas tambang batubara yang dilakukan oleh Murjanto (2011) ternyata menunjukkan hasil yang sejalan dengan penelitian ini.

Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tanah yang mengalami pemadatan akibat alat berat memiliki *bulk density* lapisan atas lebih tinggi dibandingkan di bawahnya. Hasil penetapan pori total tanah disajikan dalam Gambar 2, terlihat bahwa nilai pori total berbanding terbalik dengan *bulk density*.

Pori total tanah pada jalur antara dan jalur tanam lebih tinggi dibandingkan pori total pada jalan sarad cabang. Pori total tanah pada jalur antara dan jalur tanam berkisar antara 73,04 % sampai 80,42 % dan pori total pada jalan sarad cabang berkisar antara 64,13 % sampai 64,63 %. Pori total jalan sarad cabang lebih rendah dibandingkan jalur, antara dan jalur tanam dikarenakan tanahnya mengalami pemadatan akibat aktivitas penyaradan (Wilson, 2006.)

B. Sifat Kimia Tanah

Sifat kimia tanah pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood disajikan dalam Tabel 3. Kondisi pH tanah pada ketiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood adalah sangat masam, yaitu berkisar antara 3,47-3,87 (PPT, 1983). pH tanah yang rendah disebabkan terjadinya pencucian kation-kation basa seperti Ca, Mg, K dan Na (Supriyo, 1996).

Tabel 3. Sifat kimia tanah pada tiga penggunaan lahan di areal TPTJ PT. Intracawood
Table 3. Soil chemical properties of the three land use in SCLP area, PT. Intracawood

Penggunaan Lahan (Land Use)	pH H ₂ O	C- organik ...%...	N- total	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O mg/100g	Ca-dd	Mg-dd	Na-dd	K-dd	KTK
JA	3,47	2,03	0,15	1,31	45,06	0,37	0,26	0,04	0,13	14,34
JT	3,70	3,55	0,21	6,11	87,82	0,44	0,49	0,04	0,28	15,76
JS	3,87	2,03	0,11	1,74	99,01	0,29	0,21	0,03	0,12	8,04

Sumber: diolah dari data primer.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa kandungan C-organik dan N-total tertinggi terdapat pada jalur tanam. Kandungan C-organik pada jalur tanam, yaitu 3,55 % dan pada jalur antara dan jalan sarad cabang, yaitu masing-masing 2,03 %. Kandungan N-total pada jalur tanam yaitu 0,21 % dan pada jalur antara dan jalan sarad cabang, yaitu masing-masing 0,11 % dan 0,15 %. Hal tersebut terjadi karena tanah disekitar jalur tanam mendapatkan suplai serasah yang berasal dari kegiatan pemeliharaan tanaman seperti pembersihan gulma, pemangkasan dan pembebasan naungan. Hasil penelitian ini menguatkan penelitian Hayuningtyas (2006). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa jalur tanam yang dikelola

dengan sistem TPTJ umur 5 tahun memiliki kandungan C-organik dan N-total lebih tinggi dibandingkan jalur antara.

Hasil analisa kandungan P₂O₅ pada Tabel 3 menunjukkan kecenderungan yang sama dengan hasil analisa C-organik dan N-total. Kandungan P₂O₅ pada jalur tanam juga paling tinggi dibandingkan pada jalur antara dan jalan sarad cabang. Kandungan P₂O₅ pada jalur tanam, yaitu 6,11 ppm dan pada jalur antara dan jalan sarad cabang, yaitu masing-masing 1,31 ppm dan 1,74 ppm. Minerasi bahan organik mengakibatkan terjadinya peningkatan kandungan P₂O₅ pada jalur tanam.

Berdasarkan hasil analisa pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kandungan K₂O berbeda

dengan hasil analisa C-organik, N-total dan P_2O_5 yang menunjukkan kadar paling tinggi terdapat pada jalur tanam. Kandungan K_2O pada jalan sarad cabang ternyata paling tinggi dibandingkan pada jalur antara dan jalur tanam. Kandungan K_2O pada jalan sarad cabang, yaitu 99,01 mg/100g dan pada jalur antara dan jalur tanam, yaitu masing-masing 45,06 mg/100g dan 87,82 mg/100g. Hal ini diduga karena banyak terdapat sejumlah kation (amonium, natrium dan lain-lain) yang berperan meningkatkan ketersediaan K tanah pada jalan sarad cabang.

Hasil penelitian Nursyamsi, *et al.* (2009) mengenai pengaruh Na^+ , NH_4^+ dan Fe^{3+} terhadap ketersediaan K tanah menunjukkan bahwa diantara kation yang dicoba ternyata Fe^{3+} paling efektif dalam melepaskan K tidak dapat dipertukarkan menjadi K dapat ditukar dan K larut.

Penelitian ini juga menemukan bahwa kandungan Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, K-dd dan KTK paling tinggi terdapat pada jalur tanam dan paling rendah pada jalan sarad cabang. Berdasarkan hasil analisa C-organik pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tingginya kandungan bahan organik pada jalur tanam dibandingkan pada penggunaan lahan lainnya diduga menjadi sumber basa-basa dapat ditukar dan dapat meningkatkan nilai KTK tanah.

Berdasarkan hasil analisa sifat kimia tanah pada Tabel 3 diketahui bahwa kandungan hara tertinggi terdapat pada jalur tanam. Kandungan hara yang lebih tinggi pada jalur tanam dibandingkan jalur antara dan jalan sarad cabang dikarenakan bahan organiknya lebih tinggi. Hasil dekomposisi bahan organik inilah yang menyebabkan kandungan haranya tinggi.

IV. KESIMPULAN

Tekstur tanah pada jalur tanam lebih kasar dibandingkan pada jalur antara dan jalan sarad cabang. Pembukaan lahan dan aktivitas alat berat berpengaruh terhadap peningkatan *Bulk density* dan penurunan pori total tanah. Pembukaan jalur tanam pada sistem TPTJ berpengaruh terhadap peningkatan bahan organik tanah pada tahun ketiga setelah

penanaman. Sifat kimia tanah seperti pH, N-total, P_2O_5 , K_2O , Ca-dd, Mg-dd, K-dd, Mg-dd dan KTK pada jalur tanam lebih tinggi dibandingkan jalur antara dan jalan sarad cabang. Lahan dengan kandungan bahan organik lebih tinggi menunjukkan sifat fisik dan kimia lebih baik dibandingkan lahan dengan bahan organik lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Hayuningtyas, R. A. D. H. 2006. Perubahan Sifat Fisik dan Kimia Tanah dalam Pelaksanaan Sistem Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) di HPHTI PT. Sari Bumi Kusuma Unit S. Seruyan, Kalimantan Tengah. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Diakses tanggal: 25 Pebruari 2013. (repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/.../E06rad.pdf?...1).
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Jakarta: CV. Akademika Presindo.
- Kurnia, U., Agus F., Adimihardja A., dan Dariah A., 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Muhdi. 2008. Evaluasi Pemanenan Kayu dengan Teknik Reduced Impact Logging dalam Pengelolaan Hutan Alam. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Sumatera Utara. Diakses tanggal: 4 Januari 2013 (repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/922/1/08E00713.pdf).
- Mulyana, M., Hardjanto, T., dan Hardiansyah, G. 2005. Membangun Hutan Tanaman Meranti. Banten: Wana Aksara.
- Murjanto, D. 2011. Karakterisasi dan Perkembangan Tanah pada Lahan Bekas Tambang Batubara PT. Kaltim Prima Coal. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Diakses tanggal: 24 Juli 2012. (repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/12345-6789/52278/2011dmu.pdf?sequence=1).
- Nursyamsi, D., Idris, K., Sabiham, S., Rachim, D. A., dan Sofyan, A. 2009. Jerapan dan Pengaruh Na^+ , NH_4^+ , dan Fe^{3+} terhadap Ketersediaan K pada Tanah-tanah yang Didominasi Mineral Liat Smektit. J. Tanah Trop., Vol.14, No.1, Hal. 33-40. 2009.
- Ohta, S and Syarif, E. 1996. Soils Under Lowland Dipterocarp Forest – Characteristics and Classification. Ed: Schulte A and Schöne, D. Dipterocarp Forest Ecosystems: Towards Sustainable Management. World Science. Singapore.

- Ohta, S, Syarif, E, Tanaka, N and Miura, S. 1992. Characteristics of Major Soils Under Lowland Dipterocarp Forest in East Kalimantan, Indonesia. Tropical Rain Forest Research Project JTA-9(a)-137. PUSREHUT. Special Publication No.2, September 1992.
- Prasetyo, S. H., Santoso D., dan Widowati L. R., 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Sinuraya, M.B. 2009. Konservasi Lahan Kritis Bahorok Langkat dengan Berbagai Bahan Organik terhadap Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tanah Ultisol serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
(repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16232/7/Cover.pdf; diakses tanggal 22 Pebruari 2013).
- Supriyo, H. 1996. Chemical and Physical Charasteristic of Mayor Soils Under Dipterocarp Forest in PT. Silva Gama, Jambi, Sumatera. Ed: Suhardi, *et al.* Proceedings of The Seminar on *Ecology and Reforestation of Dipterocarp Forest*. Hal.72-84. Yogyakarta, 24-25 January. Faculty of Forestry. Gadjah Mada University.