

Kualitas Tanah pada Areal Tebang Pilih Tanam Jalur di IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma Provinsi Kalimantan Tengah

Soil Quality on area of Selective Cutting and Strip Planting System (TPTJ) in IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma Central Kalimantan Province

Prijanto Pamoengkas¹ dan Adytia Pradnya Murti¹

¹Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Rapid forest exploitations can cause forest degradation, and eventually may cause the global climate change, because of that, the balance of the forest sustainability must be kept as well. The implementation of silviculture system called Selective Cutting and Strip Planting System is one of several forest harvesting method that consider the importance of forest sustainability. Practically, the system has never been tested to the last cycle. So, it is necessary to conduct some evaluation to the method to assure its sustainability. Estimation of soil quality is one of several ways to evaluate the effectiveness of silviculture implementation on a forest area, Since the soil is one of the major factor that influencing the growth of vegetations, then its quality can be used as an indication of conservation of forest productivity.

Key words: *PT. Sari Bumi Kusuma, Selective Cutting and Strip Planting System (TPTJ), Soil quality*

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari tanah tidak terlepas dari pandangan, sentuhan, dan perhatian kita. Manusia bergantung pada tanah dan sebaliknya tanah-tanah yang subur tergantung dari cara kita menggunakannya. Tanah merupakan tubuh alam tempat tumbuhan dan binatang. Manusia memanfaatkan tumbuhan dan binatang untuk memenuhi kebutuhan jasmani dan rohaninya.

Secara fisik tanah berfungsi sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya tanaman serta merupakan penyuplai air dan udara, secara kimiawi tanah berfungsi sebagai gudang dan penyuplai unsur hara atau nutrisi (senyawa organik dan anorganik sederhana) serta unsur-unsur esensial, dan yang terakhir fungsi tanah secara biologi ialah sebagai habitat dari fauna mikro dan makro yang mana berpartisipasi aktif dalam ekosistem hutan, seperti: penyebaran biji tanaman, penyediaan hara dan zat-zat aditif (pemacu tumbuh), dan menunjang produktivitas tanah untuk menghasilkan biomassa produksi tanaman pangan, tanaman obat-obatan, industri perkebunan, dan kehutanan.

Tanah dalam kehutanan memiliki arti yang sangat penting, karena tanah merupakan salah satu unsur utama penyusun ekosistem hutan yang stabil. Dewasa ini peningkatan jumlah penduduk dunia melaju dengan pesat, hal ini menyebabkan peningkatan atas kebutuhan. Tingginya permintaan kebutuhan menyebabkan manusia untuk mengeksploitasi hutan. Pemanfaatan hutan secara tidak benar dapat menyebabkan kerusakan ekosistem hutan, oleh karena itu manusia menciptakan suatu sistem untuk memanfaatkan hutan. Saat ini sistem silviculture yang digunakan ialah TPTJ (tebang pilih tanam jalur), Sistem ini memiliki metoda menjaga

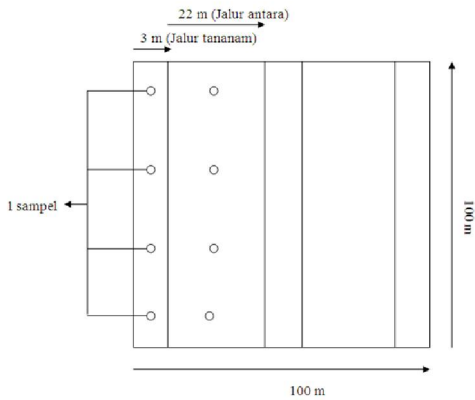
kelestarian hutan yang lebih efektif seperti: pembentukan satpam hutan, pembuatan jalur antar, pengkayaan anakan, dll. Dengan mengimplementasikan sistem ini pada areal pengelolaan hutan diharapkan dapat menjaga kelestarian ekosistem hutan.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui kualitas tanah pada areal tebang pilih tanam jalur (TPTJ) IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma dan memberikan data kuantitatif pada PT. Sari Bumi Kusuma mengenai kualitas tanah pada areal Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) pada kawasan IUPHHK/HA.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel di lapangan. Pemilihan petak pengambilan sampel dilakukan secara *purposive* didasarkan pada kesamaan ciri fisik dari petak, pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan secara *purposive* di 4 titik pada jalur tanam dan jalur antara pada kedalaman 20 cm dan kedalaman 40 cm di setiap plot berukuran 100 m x 100 m. Sehingga jumlah sampel yang didapat sebanyak 2 x 9 x 2 ulangan = 36 sampel.

Metode pengumpulan sampel tanah utuh dengan menggunakan ring sample dilakukan pada areal TPTJ pada 4 titik di jalur tanam dan jalur antara secara *purposive* di setiap plot berukuran 100 m x 100 m. Sehingga jumlah sample yang didapat sebanyak 2 x 9 x 2 ulangan = 36 sampel (Gambar 1).



Gambar 1. Skema pengambilan sampel tanah.

Analisis tanah. Analisis sampel tanah dilakukan di laboratorium sifat fisik, kimia, dan biologi tanah departemen manajemen sumber daya lahan Institut Pertanian Bogor.

Analisis data. Analisis data penelitian menggunakan ANOVA untuk membandingkan nilai tengah (rata-rata), kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

Penentuan nilai kualitas tanah. Hasil analisis laboratorium dari masing-masing parameter selanjutnya dibuat skoring berdasarkan Pamoengkas (2006) dapat dilihat pada lampiran. Nilai tertimbang dari masing-masing indikator hasil sifat fisik tanah, kimia tanah, dan biologi tanah diadopsi dari pamoengkas (2006), sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai tertimbang dari masing-masing indikator

Parameter	Nilai tertimbang
Bobot isi	0,075
Stabilitas agegat	0,121
C-Organik	0,268
N-Total	0,234
C-Mikroorganisme	0,302

Penentuan nilai-nilai kualitas tanah dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut: Nilai Kualitas Tanah = 0.075.Bobot isi + 0.121.Stabilitas agregat + 0.268.C-Organik + 0.234.N-Total + 0.362.C-Mikroorganisme (Pamoengkas 2006).

Kategori nilai kualitas tanah ditentukan berdasarkan pada nilai batas ambang yang disajikan pada tabel berikut, Pamoengkas (2006):

Tabel 2. Nilai batas ambang

Kelompok nilai	Kategori
8-10	Sangat baik
6-7,9	Baik
4-5,9	Sedang
2-3,9	Rendah
0-1,9	Sangat rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil. Hasil analisa sifat fisik tanah (Tabel 3).

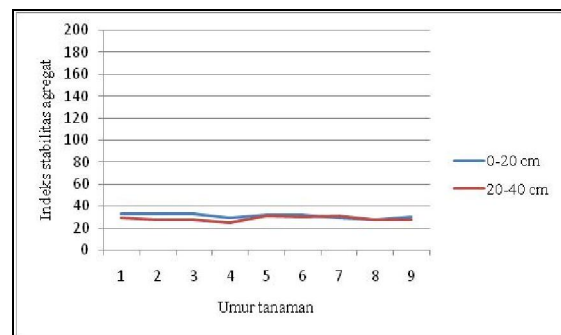
Tabel 3. Hasil analisis sifat fisik tanah pada seluruh areal TPTJ

Tegakan	Indeks Stabilitas Agregat (g/kg)		Bobot isi (g/cm ³)	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm	0 – 20 cm	20 – 40 cm
	T1	33.0 ^a	29.0 ^a	1.02 ^a
T2	32.5 ^a	27.5 ^a	1.07 ^a	1.07 ^a
T3	32.5 ^a	27.0 ^a	1.04 ^a	1.06 ^a
T4	29.0 ^a	25.0 ^a	0.99 ^a	1.10 ^a
T5	32.0 ^a	31.0 ^a	0.99 ^a	1.10 ^a
T6	32.0 ^a	30.0 ^a	1.06 ^a	1.15 ^a
T7	29.0 ^a	31.0 ^a	1.04 ^a	1.10 ^a
T8	27.0 ^a	27.5 ^a	1.15 ^a	1.13 ^a
T9	30.5 ^a	27.0 ^a	1.10 ^a	1.18 ^a

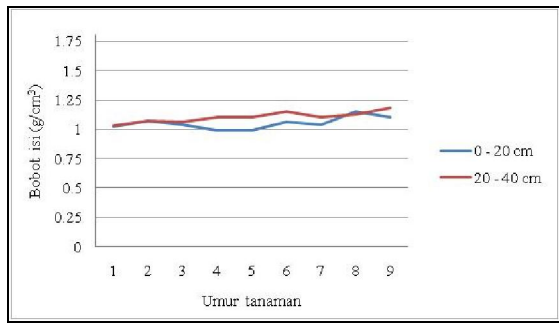
Ket : Berdasarkan pengujian statistik perbedaan umur tanam tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada masing-masing petak

T1 = petak dengan tanaman umur 1 tahun, T2 = petak dengan tanaman umur 2 tahun, T3 = petak dengan tanaman umur 3 tahun, T4 = petak dengan tanaman umur 4 tahun, T5 = petak dengan tanaman umur 5 tahun, T6 = petak dengan tanaman umur 6 tahun, T7 = petak dengan tanaman umur 7 tahun, T8 = petak dengan tanaman umur 8 tahun, T9 = petak dengan tanaman umur 9 tahun

Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan umur tanam dengan sistem TPTJ tidak berpengaruh nyata terhadap bobot isi dan indeks stabilitas agregat. Nilai tertinggi indeks stabilitas agregat adalah 33 pada umur tanam 1 kedalaman 0-20 cm, sedangkan terendah 25 pada umur tanam 4 kedalaman 20-40 cm, untuk bobot isi tertinggi 1.18 g/cm³ dan terendah 0.99 g/cm³ pada umur tanam 4 dan 5. Fluktuasi pada masing-masing parameter dapat dilihat pada Gambar 2.

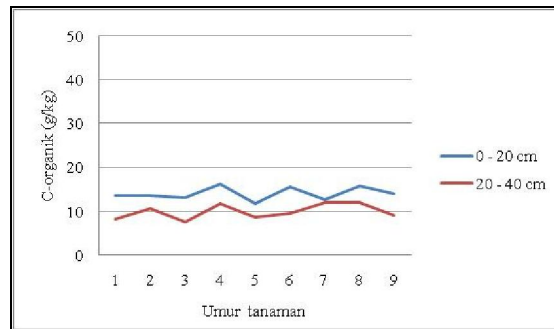


(a)



(b)

Gambar 2. Kondisi Stabilitas agregat (a) dan Bobot isi (b) pada seluruh lokasi Penelitian.



(b)

Gambar 3. Kondisi N-Total (a) dan C-Organik (b) pada seluruh lokasi Penelitian.

Tabel 4. Hasil analisis sifat kimia tanah pada seluruh areal TPTJ

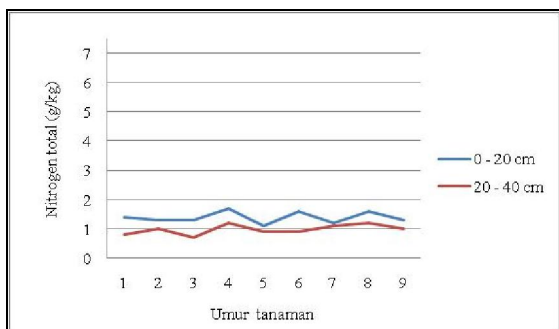
Tegakan	C-organik (g/kg)		N-total (g/kg)	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm	0 – 20 cm	20 – 40 cm
T1	13.5 ^a	8.30 ^a	1.40 ^a	0.80 ^a
T2	13.5 ^a	10.7 ^a	1.30 ^a	1.00 ^a
T3	13.1 ^a	7.50 ^a	1.30 ^a	0.70 ^a
T4	16.3 ^a	11.9 ^a	1.70 ^a	1.20 ^a
T5	11.9 ^a	8.70 ^a	1.10 ^a	0.90 ^a
T6	15.5 ^a	9.50 ^a	1.60 ^a	0.90 ^a
T7	12.7 ^a	12.0 ^a	1.20 ^a	1.10 ^a
T8	15.9 ^a	12.0 ^a	1.60 ^a	1.20 ^a
T9	14.0 ^a	9.10 ^a	1.30 ^a	1.00 ^a

Tabel 4 menunjukkan bahwa secara umum pengaruh penerapan sistem silvikultur TPTJ terhadap C-organik dan N-total pada lokasi penelitian tidak berpengaruh nyata, hal tersebut dapat dilihat dari perubahan yang terjadi tidak besar atau relatif stabil, akan tetapi cenderung menurun pada kedalaman 20-40 cm. Nilai tertinggi C-organik pada lokasi penelitian sebesar 16.3 g/kg terdapat pada umur tanam ke 4 sedangkan N-total sebesar 1.7 g/kg pada umur tanam yang sama. Sedangkan nilai terkecil dari C-organik dan N-total sebesar 7.5 g/kg dan 0.7 g/kg pada umur tanam yang sama. Fluktuasi perubahan C-organik dan N-total pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

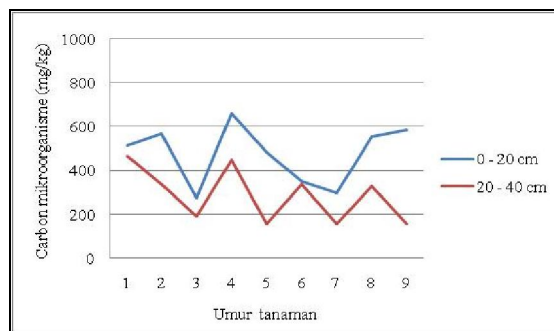
Tabel 5. Hasil analisis sifat biologi tanah pada areal TPTJ

Tegakan	C-mikroorganisme (mg/kg)	
	0 – 20 cm	20 – 40 cm
T1	515.23 ^a	466.24 ^a
T2	567.00 ^a	339.70 ^a
T3	274.35 ^a	190.36 ^a
T4	659.33 ^a	446.47 ^a
T5	481.99 ^a	154.90 ^a
T6	351.83 ^a	339.22 ^a
T7	297.02 ^a	154.90 ^a
T8	556.33 ^a	330.92 ^a
T9	585.70 ^a	155.64 ^a

Tabel 5 menunjukkan hasil respon dari C-mikroorganisme di lokasi penelitian. Respon C-mikroorganisme sangat fluktuatif, akan tetapi berdasarkan uji beda rata-rata perbedaan umur di dapat hasil tidak berbeda nyata pada respon C-mikroorganisme. Dari data diatas dapat dilihat nilai C-mikroorganisme tertinggi terdapat pada tahun tanam ke 4 dengan nilai 659.33 mg/kg pada kedalaman 0-20 cm, sedangkan yang terendah pada tahun tanam ke 5 dan 7 dengan nilai 154.9 mg/kg. Fluktuasi perubahan C-mikroorganisme pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



(a)



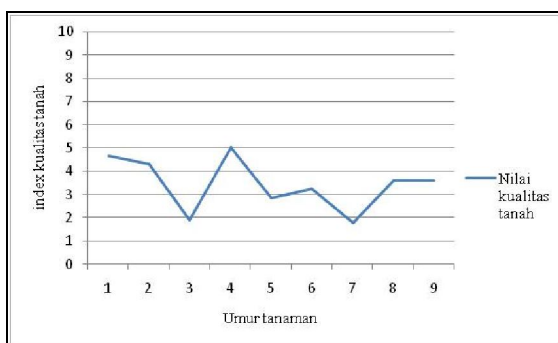
Gambar 4. Kondisi C-mikroorganisme pada seluruh lokasi Penelitian.

Nilai Kualitas Tanah. Penentuan Nilai/index kualitas tanah pada areal TPTJ umur tanam 1-9 tahun digunakan persamaan yang dikembangkan oleh Pamoengkas (2006) sebagai berikut: Nilai Kualitas Tanah = $0.075 \cdot \text{Bobot isi} + 0.121 \cdot \text{Stabilitas agregat} + 0.268 \cdot \text{C-Organik} + 0.234 \cdot \text{N-Total} + 0.362 \cdot \text{C-Mikroorganisme}$. Kemudian kategori nilai kualitas tanah ditentukan berdasarkan pada nilai batas ambang, Pamoengkas (2006). kualitas tanah disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai kualitas tanah pada areal TPTJ umur tanam 1-9 tahun

No	Umur	Nilai Kualitas Tanah	Kategori
1	1 Tahun	4.677	Sedang
2	2 Tahun	4.315	Sedang
3	3 Tahun	1.909	Sangat Rendah
4	4 Tahun	5.039	Sedang
5	5 Tahun	2.867	Rendah
6	6 Tahun	3.229	Rendah
7	7 Tahun	1.781	Sangat Rendah
8	8 Tahun	3.591	Rendah
9	9 Tahun	3.591	Rendah

Berdasarkan perhitungan perasamaan index kualitas tanah plot TPTJ umur tanam 1 tahun dikategorikan sedang (4.677), plot TPTJ umur tanam 2 tahun dikategorikan sedang (4.315), plot TPTJ umur tanam 3 tahun dikategorikan sangat rendah (1.909), plot TPTJ umur tanam 4 tahun dikategorikan sedang (5.039), plot TPTJ umur tanam 5 tahun dikategorikan rendah (2.867), plot TPTJ umur tanam 6 tahun dikategorikan rendah (3.229), plot TPTJ umur tanam 7 tahun dikategorikan sangat rendah (1.781), plot TPTJ umur tanam 8 tahun dikategorikan rendah (3.591), dan plot TPTJ umur tanam 9 tahun dikategorikan rendah (3.591). Fluktuasi nilai kualitas tanah pada plot TPTJ umur tanam 1-9 tahun dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kondisi nilai kualitas tanah pada plot TPTJ umur tanam 1-9 tahun.

Pembahasan. Stabilitas agregat menggambarkan tingkat kekuatan tanah dalam mempertahankan kondisinya. Secara umum agregat yang tidak stabil menggambarkan tanah yang mudah tererosi atau tanah

yang labil. Sementara faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan agregat adalah: tekstur, bahan organik, kation-kation pada kompleks jerapan, kelembaban, faktor biotik, dan pengelolaan tanah. Menurut data hasil penelitian indeks stabilitas agregat pada lokasi penelitian tergolong tidak stabil, adanya gangguan berupa pengelolaan hutan, serta sifat alami dari jenis tanah pada lokasi penelitian yaitu: podsolik merah kuning. Sifat-sifat alami dari podsolik merah kuning dalam hubungannya dengan stabilitas agregat ialah : kadar bahan organik yang rendah serta liat yang didominasi oleh oksida besi dan almunium.

Hasil dekomposisi dari bahan organik ialah merupakan sala satu zat-zat yang dapat merekatkan partikel-partikel tanah. Sesuai dengan sifat alaminya data hasil penelitian menunjukkan kadar bahan organik yang rendah pada lokasi penelitian. Akan tetapi bahan organik bukan satu-satunya perekat dalam tanah. Menurut Pamoengkas (2006) terdapat oksida-oksida besi dan almunium yang dapat berfungsi sebagai perekat, akan tetapi oksida-oksida tersebut tidak selengket, seplastik, dan sekoheusif bahan organik (Soepardi 1983). Hal tersebut menyebabkan kondisi tanah mudah berubah.

Menurut Soepardi (1983) nilai bobot isi pada tanah-tanah di daerah tropis berkisar antara 1-1.6 gr/cm³, sementara bobot isi merupakan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah (hardjowigeno 2007). Data penelitian menunjukkan kondisi bobot isi yang tergolong dalam katagori normal. Peningkatan pada sifat fisik tanah menunjukkan bahwa penerapan sistem silvikultur TPTJ dapat memperbaiki kondisi sifat fisik tanah setelah pemanenan hutan. Adapun fluktuasi pada data penelitian disebabkan oleh faktor-faktor alam yang sulit diprediksi.

Pada uraian sebelumnya telah disebutkan bahwa tanah jenis podsolik merah kuning secara alamiah mengadung kadar bahan organik yang rendah. Hal tersebut pun terbukti melalui data hasil penelitian dengan rendahnya nilai dari C-organik dan N-total. Bahan organik bersumber dari sisa-sisa bagian tumbuhan atau hewan yang telah mati, akan tetapi bahan-bahan organik tersebut memiliki komposisi yang berbeda-beda sehingga menyebabkan perbedaan laju dekomposisi dan hasil yang berbeda-beda dengan sifat yang berbeda-beda. Hal tersebut dikukung oleh hasil pengamatan sifat biologi tanah dimana respon dari parameter C-mikroorganisme bersifat fluktuatif. Menurut Soepardi (1983) bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme, adanya senyawa-senyawa yang mudah lapuk seperti lemak, gula, dan protein sederhana memberikan sumber energi bagi mikroorganisme. Hasil-hasil dari pelapukan sederhana ini berupa energi, CO₂, air, dan senyawa-senyawa sederhana atau pun senyawa yang tahan terhadap pelapukan. Pada beberapa lokasi penelitian menunjukkan nilai C-mikroorganisme yang tinggi, hal tersebut dapat diasumsikan bahwa pada lokasi pengambilan sampel sedang terjadi pelapukan bahan-bahan organik yang masih segar, sedangkan untuk lokasi-lokasi dengan nilai C-miroorganisme rendah merupakan lokasi yang sedang mengalami pelapukan tingkat lanjut atau dengan kata lain bahan-bahan organik pada lokasi tersebut

merupakan sisa-sisa bahan organik yang sulit untuk didekomposisi, sehingga energi yang dihasilkan sedikit dan menyebabkan penurunan aktifitas mikroorganisme.

Didukung oleh terbukanya lapisan tajuk yang disebabkan oleh pengelolaan hutan menyebabkan air hujan dapat langsung menyentuh permukaan tanah menyebabkan peningkatan laju aliran permukaan tanah. Berdasarkan hasil penelitian parameter sifat kimia tanah pada areal TPTJ PT. Sari Bumi Kusuma cenderung stabil dari tahun ke tahun, hal tersebut didukung dengan hasil uji Duncan yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar umur tanam. Sedangkan untuk sifat biologi sangat fluktuatif, Sparling *et al.* (1986) menyatakan aktifitas mikroorganisme dapat berubah sangat cepat, ketika kering kemudian terjadi hujan aktifitas mikroorganisme sudah dapat terlihat berbeda. Akan tetapi hasil uji Duncan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada tiap umur tanah.

Menurut perhitungan yang dikembangkan oleh Pamoengkas, kualitas tanah pada lokasi penelitian (1-9 tahun) bersifat fluktuatif dari sedang sampai sangat rendah. Harjowigeno (2007) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi tanah ialah iklim, organisme, topografi, bahan induk, dan waktu. Pada uraian sebelumnya telah disebutkan bahwa jenis tanah pada lokasi penelitian merupakan podsolik merah kuning (Litbang SBK 2008) yang tergolong ordo ultisol yaitu tanah yang tua. Ultisols merupakan tanah yang sangat lapuk, bersifat asam dan tidak subur, banyak di jumpai di hutan dataran rendah *Dipterocarpaceae* pada pulau Kalimantan (Ohta dan Effendi 1992). Mineral liatnya umumnya didominasi oleh kaolinit dan oksida besi dan aluminium yang tidak banyak memberikan sumbangan terhadap kesuburan tanah serta sebagian besar tanah ini mempunyai kapasitas memegang air yang rendah dan peka terhadap erosi (Arif dan Irman 1997).

Partoharjono (1994) berpendapat tanah ultisol memiliki agregat yang rendah, mudah menjadi padat, permeabilitasnya lambat, kapasitas tukar kation rendah, kemampuan memegang air rendah, serta secara alami kesuburannya tergantung dari lapisan atasnya yang kaya akan bahan organik, akan tetapi bersifat labil. Menurut (Notohadiprawiro 2006) Ultisol merupakan tanah yang terbentuk oleh proses pelapukan dan pembentukan tanah yang sangat intensif, hal ini disebabkan oleh proses ini berlangsung di daerah tropika dan sub tropika yang bersuhu sangat panas dan memiliki curah hujan yang sangat tinggi. Dengan lingkungan semacam ini reaksi hidrolisis dan asidolisis serta pencucian terpacu kuat. Asidolisis berlangsung kuat karena air infiltrasi dan perkolasi mengambil CO₂ hasil mineralisasi bahan organik (serasah hutan) dan pernafasan akar tumbuhan. Proses pelapukan masam tersebut membebaskan basa dari mineral tanah secara cepat apabila didukung oleh daya lindi yang kuat, maka akan membentuk tanah yang miskin unsur hara, memiliki kejenuhan Al, Fe, dan Mn

yang tinggi, pH rendah, daya jerap terhadap fosfat kuat, kadar bahan organik rendah, kadar N rendah, daya simpan air terbatas, kejenuhan basa rendah, kedalaman efektif rendah, derajat agregasi rendah, dan kemantapan agregat rendah baik di lahan berlereng maupun datar. Selain faktor lingkungan dan campur tangan manusia uraian tersebut dapat menjelaskan mengapa nilai kualitas tanah pada lokasi penelitian bersifat fluktuatif dan cenderung rendah. Hal tersebut pun didukung oleh penelitian Pamoengkas (2007) dimana nilai indeks kualitas tanah pada hutan primer tergolong dalam kategori rendah (2.023), serta pada plot-plot penelitian di areal TPTJ, umur tanam 1 tahun tergolong kategori sangat rendah (1.641), umur tanam 2 tahun tergolong kategori sangat rendah (1.479), umur tanam 3 tahun tergolong kategori sedang (4.484), umur tanam 4 tahun tergolong kategori sedang (4.745), dan umur tanam 5 tahun tergolong kategori rendah (2.351).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kualitas tanah pada areal Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma terbagi menjadi tiga kategori nilai kualitas tanah yaitu kategori sedang dan rendah dan sangat rendah. Kelas umur tanaman pada areal Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma yang tergolong dalam kategori sedang yaitu kelas umur tanaman 1 tahun, 2 tahun, dan 4 tahun, kelas umur tanaman pada areal Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma yang tergolong dalam kategori rendah yaitu kelas umur tanaman 5 tahun, 6 tahun, 8 tahun, dan 9 tahun. kelas umur tanaman pada areal Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) IUPHHK/HA PT. Sari Bumi Kusuma yang tergolong dalam kategori sangat rendah yaitu kelas umur tanaman 3 tahun dan 7 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Gregorich EG, Carter MR. 1997. *Soil Quality for crop production and ecosystem health*. Amsterdam: El Sevir.
- Hardjowigeno S. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: CV Akademika Pesindo.
- Pamoengkas P. 2006. *Kajian Aspek Vegetasi dan Kualitas Tanah Sistem Silviculture Tebang Pilih Tanam Jalur (Studi Kasus di Areal HPH PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah)* [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah* (Edisi revisi). Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.