

CADANGAN KARBON TANAH SEKITAR DANAU TAMBING DI KAWASAN TAMAN NASIONAL LORE LINDU

Kartika Megawati¹⁾, Wardah²⁾, Ida Arianingsih²⁾

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Jl. Soekarno - Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

²⁾ Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

Abstract

This research aimed to know carbon stock in the soil around Tambing Lake, Lore Lindu National Park area, Sedoa village, Lore Utara district, Poso regency, Central Sulawesi. The collection of soils samples was conducted in June-August, 2013. This study uses survey method two lines with size 20 m x 100 m were place in two sites, in the Lake buffer zone (distance 10 m from the lake shore) and outside of the Lake buffer zone (distance 150 m from the lake shore). Soil sampling was done in three depth layers ; 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm. Soil samples was divided into two types, namely undisturbed and disturbed soil. The soil carbon was estimated by analyzing bulk density and soil organic carbon by Walkley-Black method. The results showed that the average carbon stock in the soil around buffer zone of Tambing Lake were 130.95 ton ha⁻¹, 62.02 ton ha⁻¹, 42.71 ton ha⁻¹, in the depth layer 0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm, respectively. Further, at out buffer zone, the average carbon stock in the soil were 144.51 ton ha⁻¹, 53.55 ton ha⁻¹, 20.71 ton ha⁻¹, respectively.

Keywords : *Soil carbon, Tambing Lake, Lore Lindu National Park*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hutan di daerah tropis seperti Indonesia mempunyai fungsi produksi (kayu dan non kayu), proteksi/perlindungan (air, iklim, angin, erosi tanah, dan plasma nutfah dan sebagainya), regulasi dan pengaturan (temperatur, tata air, peredaran O₂, CO₂) yang sangat penting dalam ekosistem dunia (Agus, 2003).

Danau Tambing merupakan salah satu lokasi wisata yang masuk dalam kawasan Taman Nasional Lore Lindu. Kondisi danau berawa dikelilingi hutan alam dengan keanekaragaman hayati yang tinggi.

Tingginya *biodiversitas* dan besarnya kerapatan vegetasi, mempunyai kandungan biomassa dan karbon yang tinggi pula sehingga mempunyai kontribusi terhadap upaya untuk mengurangi emisi CO₂ di *atmosfer* (Massiri, 2010).

Upaya untuk mengurangi emisi CO₂ dapat dilakukan dengan; (a) mempertahankan cadangan karbon yang telah ada: dengan mengelola hutan lindung, mengendalikan *deforestasi*, menerapkan praktek *silvikultur* yang baik, mencegah *degradasi* lahan gambut dan memperbaiki pengelolaan cadangan bahan organik tanah, (b) meningkatkan cadangan karbon melalui penanaman tanaman berkayu dan (c) mengganti bahan bakar fosil dengan bahan bakar yang dapat diperbarui secara langsung maupun tidak langsung (angin, biomassa, aliran air), radiasi matahari, atau aktivitas panas bumi (Lasco dkk., 2004 dalam Syam'ani dkk., 2012).

Sutaryo (2009) menjelaskan bahwa karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam *carbon pool* mewakili jumlah karbon yang terserap di *atmosfer*. *Carbon pool* yang diperhitungkan ada 4 kantong karbon, yaitu biomassa atas permukaan tanah, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik tanah.

Jumlah cadangan karbon antar lahan berbeda-beda, tergantung pada

keanekaragaman dan kerapatan tumbuhan yang ada, jenis tanahnya serta cara pengelolaannya. Penyimpanan karbon suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik, atau dengan kata lain jumlah karbon tersimpan diatas tanah (biomassa tanaman) ditentukan oleh besarnya jumlah karbon tersimpan dalam tanah (bahan organik tanah) (Hairiah dan Rahayu, 2011).

Penelitian karbon dalam tanah telah banyak dilakukan di berbagai tingkat penggunaan lahan, beberapa diantaranya yaitu penelitian Agus (2003) di hutan tropika dengan kedalaman tanah 0-100 cm didapatkan hasil 120-140 ton ha⁻¹. Penelitian Samsoedin dkk., (2009) di hutan penelitian Malinau, Kalimantan Timur dengan kedalaman tanah 0-20 cm didapatkan hasil 37,86 ton ha⁻¹ untuk hutan alam dan 30,58 ton ha⁻¹ untuk hutan bekas tebangan setelah 30 tahun. Penelitian Wardah dkk., (2011) di lahan kebun campuran pada zona penyangga Taman Nasional Lore Lindu, Desa Palolo, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah, kedalaman tanah 0-30 cm, didapatkan hasil rata-rata karbon tanah 83.55 ton ha⁻¹ untuk kebun campuran sederhana dan 110.93 ton ha⁻¹ untuk kebun campuran kompleks. Selanjutnya Masripatin dkk., (2010) melaporkan bahwa cadangan karbon tanah pada berbagai tipe jenis tanah dan kedalaman berkisar antara 5.70- 6.394 ton ha⁻¹.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Berapa cadangan karbon yang tersimpan dalam tanah di penyangga serta luar penyangga danau di sekitar Danau Tambing ?
2. Bagaimana perbandingan jumlah karbon tanah setiap kedalaman di penyangga serta di luar penyangga danau sekitar Danau Tambing ?

Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cadangan karbon dalam tanah sekitar Danau Tambing, baik yang tersimpan di penyangga danau maupun diluar penyangga danau.

Kegunaan penelitian ini adalah memberikan gambaran, informasi mengenai cadangan karbon tanah sekitar Danau Tambing serta diharapkan berguna sebagai bahan pertimbangan dan data acuan untuk penelitian selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni-Agustus 2013, di sekitar Danau Tambing, Kawasan Taman Nasional Lore Lindu, Desa Sedoa, Kecamatan Lore Utara, Kabupaten Poso, dan analisis karbon tanah dilakukan di Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : contoh tanah, tali raffia, plastik sampel, karet gelang, kertas label, *tally sheet* dan bahan-bahan kimia untuk analisis contoh tanah.

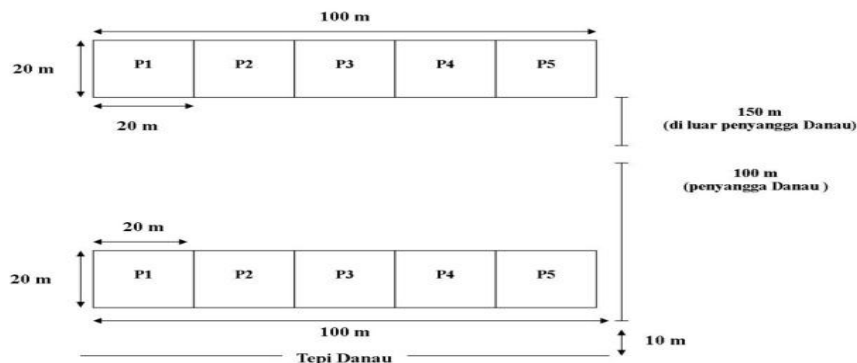
Alat yang digunakan antara lain : ring sampel, alat penggali, karung, pisau tanah, timbangan, kompas, *Global Position System* (GPS), peta, meteran, alat tulis, kamera dan alat-alat laboratorium yang digunakan untuk menganalisis contoh tanah.

Teknik Pengumpulan Data

Pembuatan Petak Ukur

Penelitian diawali dengan metode *survey* lapangan dan pembuatan 2 jalur di sisi Selatan Danau Tambing, masing-masing dengan ukuran 20 m x 100 m. Jalur pertama berada di penyangga danau, sedangkan jalur kedua berada di luar penyangga danau.

Sumber untuk penentuan daerah penyangga diperoleh dari buku Pedoman Penyusunan Dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup Bidang Kehutanan yang diterbitkan oleh pusat standarisasi dan lingkungan Departemen Kehutanan serta Keputusan Presiden Nomor 32 tahun 1990 tentang Kawasan Lindung. Dapat di lihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Bentuk Petak Ukur Pengamatan

Pengambilan Contoh Tanah

Lokasi pengambilan contoh tanah disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan contoh Tanah Penyangga dan Luar Penyangga Danau Tambing

Plot	Titik Koordinat	
	PD	LPD
P1	S 02°00'5,45"	S 02°00'6,96"
	E 98°53'1,34"	E 98°53'1,31"
P2	S 02°00'5,65"	S 02°00'6,90"
	E 98°53'1,26"	E 98°53'1,17"
P3	S 02°00'5,36"	S 02°00'6,83"
	E 98°53'1,31"	E 98°53'1,11"
P4	S 02°00'5,43"	S 02°00'6,67"
	E 98°53'1,12"	E 98°53'1,03"
P5	S 02°00'5,19"	S 02°00'6,48"
	E 98°53'1,09"	E 98°53'1,08"

Keterangan : PD = Penyangga Danau
LPD = Luar Penyangga Danau

Pengambilan contoh tanah dilakukan di 3 kedalaman yaitu : 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Pengambilan contoh tanah dibagi menjadi 2 jenis yaitu tanah utuh dan tanah tidak utuh. Pengambilan contoh tanah tidak utuh menggunakan metode *composite*, yaitu mencampurkan contoh tanah dari 5 titik masing-masing kedalaman.

Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer yaitu bobot isi (*bulk density*), karbon organik tanah dan bahan organik tanah.

2. Data sekunder yaitu studi literatur, laporan dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.

Analisis Data

Bobot Isi (*Bulk Density*)

Menurut Hardjowigeno (2003) bobot isi tanah dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Bobot Isi (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{BTKO (gr)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}$$

Keterangan :

BTKO = Berat tanah kering oven

Karbon Organik Tanah dan Bahan Organik Tanah

Analisis karbon organik tanah menggunakan metode *Walkley-Black*. Menurut Tim Dosen Jurusan Ilmu Tanah (2011) persentase karbon organik tanah dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{C-organik (\%)} = \frac{\text{ml FeSO}_4 \text{ (blanko-contoh)}}{\text{berat contoh tanah}} \times \text{N FeSO}_4 \times \frac{\text{Kont.1}}{\text{Kont.2}}$$

Keterangan :

N FeSO₄ (Normalitas Ferro sulfat) = 1

Kontrol 1 = 0,30

Kontrol 2 = 0,77

Bahan organik (%) = 1,724 x c-organik(%)

Karbon Tanah

Penghitungan karbon tanah sesuai Standar Nasional Indonesia (2011), dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_t = K_d \times \rho \times \% \text{ C-organik}$$

Keterangan :

C_t = kandungan karbon tanah (g/cm²).

K_d = kedalaman contoh tanah (cm).

ρ = bulk density (g/cm³).

% c-organik = nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari pengukuran dilaboratorium.

Penghitungan cadangan karbon perhektar dihitung menggunakan rumus :

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100$$

Keterangan :

C_{tanah} = kandungan karbon organik perhektar (ton/ha)

C_t = kandungan karbon tanah (g/cm^2)

100 = faktor konversi dari g/cm^2 ke ton/ha

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Isi Tanah

Bobot isi (*bulk density*) menunjukkan perbandingan antara berat kering tanah oven dengan volume. Hasil analisis bobot isi tanah, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Isi Tanah Penyangga dan Luar Penyangga Danau Tambing

Lokasi	Kedalaman (cm)	Bulk density (g/cm^3)				
		P1	P2	P3	P4	P5
PD	0-10	1,08	1,01	1,03	1,05	1,01
	10-20	1,31	1,15	1,37	1,22	1,37
	20-30	1,37	1,26	1,39	1,37	1,39
LPD	0-10	1,03	1,16	1,03	1,02	1,28
	10-20	1,1	1,21	1,14	1,27	1,31
	20-30	1,37	1,33	1,27	1,36	1,35

Keterangan : PD = Penyangga Danau,
LPD = Luar Penyangga Danau

Bobot isi tanah sekitar Danau Tambing mempunyai kriteria yang bervariasi yaitu sedang dan berat. Secara umum nilai bobot isi tanah tertinggi berada pada kedalaman 20-30 cm dibandingkan dengan kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm, baik di penyangga danau maupun luar penyangga danau. Ini menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan suatu tanah, tanah semakin padat dan nilai kepadatannya semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (2003) yang menyatakan bobot isi (*bulk density*) merupakan petunjuk kepadatan tanah. Makin padat suatu tanah makin tinggi nilai bobot isi. Pada umumnya bobot isi berkisar dari 1,1–1,6 g/cm^3 , namun beberapa jenis tanah mempunyai bobot isi kurang dari 0,90 g/cm^3 , salah satunya adalah tanah andisol.

Menurut Sutanto (2000) tanah lapisan permukaan yang kaya bahan organik dan gembur mempunyai bobot isi yang lebih

rendah daripada lapisan bawah yang lebih pejal dan kandungan humus rendah. Lebih lanjut dijelaskan Siregar dkk., (2004) dalam Samsoedin dkk., (2009) bahwa nilai bulk density sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, yaitu tingkat kepadatan (*compactness*) serta sifat mengembang dan menyusut yang dipengaruhi kandungan liat.

Karbon Organik Tanah dan Bahan Organik Tanah

Hasil analisis karbon organik (%) dan bahan organik (%) disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Karbon Organik (%) dan Bahan Organik (%) Penyangga serta Luar Penyangga Danau Sekitar Danau Tambing

Lokasi	Kedalaman (cm)	C-Organik (%)	Bahan Organik (%)
PD	0-10	12,64	21,79
	10-20	4,83	8,33
	20-30	3,15	5,43
LPD	0-10	13,09	22,57
	10-20	4,44	7,65
	20-30	1,55	2,67

Keterangan : PD = Penyangga Danau,
LPD = Luar Penyangga Danau

Secara umum kandungan karbon organik dan bahan organik kedalaman 0-10 cm lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 10-20 dan 20-30 cm, baik di penyangga danau maupun di luar penyangga danau. Ini menunjukkan bahwa semakin dalam lapisan suatu tanah, jumlah karbon organik dan bahan organik semakin sedikit. Kandungan karbon organik penyangga danau dan luar penyangga danau mempunyai kandungan karbon organik yang bervariasi yaitu rendah, tinggi dan sangat tinggi. Sedangkan kriteria bahan organik yaitu rendah, sedang dan sangat tinggi.

Menurut Bot dan Benites (2005) dalam Supriyadi (2008) kandungan karbon organik dalam tanah mencerminkan kandungan bahan organik dalam tanah yang merupakan tolak ukur yang penting untuk pengelolaan tanah. Hakim dkk. (1986) menjelaskan bahwa bahan organik bersumber dari bahan primer dan sekunder. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah. Jaringan tanaman akan mengalami dekomposisi dan akan terangkut ke lapisan bawah serta di

inkorporasikan dengan tanah. Sumber sekunder bahan organik adalah binatang. Komposisi atau susunan jaringan tumbuhan akan jauh berbeda dengan jaringan binatang. Pada umumnya jaringan binatang lebih cepat hancur daripada jaringan tumbuhan.

Lebih lanjut Yulnafatmawita dkk., (2011) menjelaskan bahwa bahan organik tanah bersifat dinamik. Kandungannya mudah berubah dari suatu tanah ke tanah yang lain, dari suatu tempat ke tempat yang lain, dari suatu ekosistem ke ekosistem yang lain, dan dari suatu kondisi iklim ke iklim lainnya. Hal ini bukan saja dipengaruhi oleh vegetasi yang tumbuh sebagai sumber bahan organiknya, tetapi oleh kondisi tanah yang akan menyimpan bahan organik tersebut, serta faktor yang bisa mempercepat proses kehilangannya. Oleh karena itu, kandungan bahan organik tanah tidak akan sama pada lokasi yang berbeda.

Lopulisa (2004) menyatakan bahwa lingkungan tanah yang optimal, mendukung mikroorganisme tanah mendekomposisi bahan-bahan organik dengan kecepatan yang cukup untuk mencegah terjadinya akumulasi. Di bawah kondisi dingin, tergenang dan kondisi anaerob dekomposisi bahan organik terhambat sampai batas yang memungkinkan terjadinya akumulasi dan terbentuknya histosol. Ketebalan dan luas deposit yang dihasilkan tergantung pada lamanya waktu dari suatu kondisi lingkungan yang kondusif untuk akumulasi tersebut.

Cadangan Karbon Tanah Sekitar Danau Tambing Di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu

Hasil analisis cadangan karbon tanah penyangga Danau Tambing disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Analisis Cadangan Karbon Tanah Penyangga Danau Tambing

Plot	Kedalaman (cm)	C_t (g/cm ²)	C_{tanah} (ton ha ⁻¹)
P1	0-10	1,37	136,51
	10-20	0,63	63,27
	20-30	0,43	43,16
P2	0-10	1,28	127,66

	10-20	0,56	55,55
	20-30	0,40	39,69
P3	0-10	1,30	130,19
	10-20	0,66	66,17
	20-30	0,44	43,79
P4	0-10	1,33	132,72
	10-20	0,59	58,93
	20-30	0,43	43,16
P5	0-10	1,28	127,66
	10-20	0,66	66,17
	20-30	0,44	43,79

Keterangan : C_t = kandungan karbon tanah,
 C_{tanah} = kandungan karbon organik perhektar

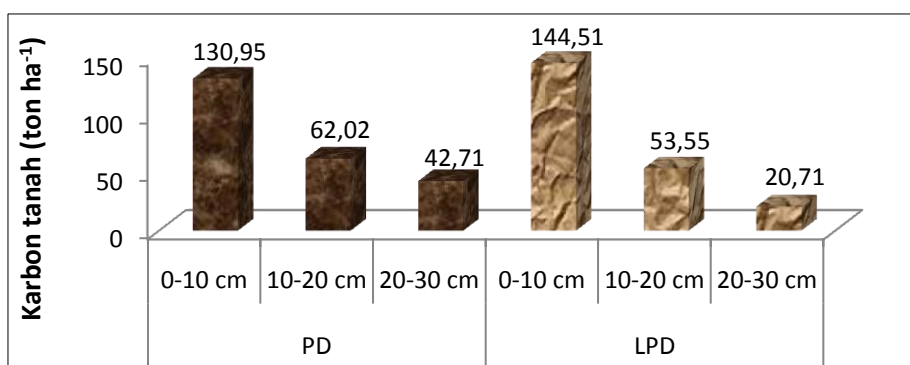
Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa kandungan karbon tertinggi berada pada kedalaman 0-10 cm. Untuk daerah luar penyangga danau juga mengalami hal yang demikian, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Cadangan Karbon Tanah Luar Penyangga Danau Tambing

Plot	Kedalaman (cm)	C_t (g/cm ²)	C_{tanah} (ton ha ⁻¹)
P1	0-10	1,35	134,83
	10-20	0,49	48,84
	20-30	0,21	21,24
P2	0-10	1,52	151,84
	10-20	0,54	53,72
	20-30	0,21	20,62
P3	0-10	1,35	134,83
	10-20	0,51	50,62
	20-30	0,20	19,69
P4	0-10	1,34	133,52
	10-20	0,56	56,39
	20-30	0,21	21,08
P5	0-10	1,68	167,55
	10-20	0,58	58,16
	20-30	0,21	20,93

Keterangan : C_t = kandungan karbon tanah,
 C_{tanah} = kandungan karbon organik perhektar

Selanjutnya rata-rata cadangan karbon tanah untuk 3 kedalaman, dapat dilihat pada gambar 2 berikut:

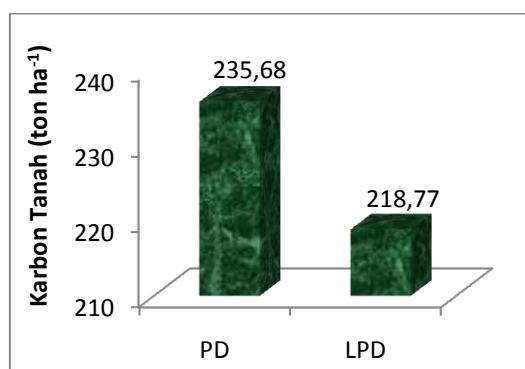


Keterangan : PD = Penyangga Danau, LPD = Luar Penyangga Danau

Gambar 2. Rata-rata Cadangan Karbon Tanah Sekitar Danau Tambing

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa kandungan karbon sangat bervariasi, karbon tanah tertinggi berada pada kedalaman 0-10 cm dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm. Jumlah rata-rata pada penyangga Danau Tambing kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm berturut-turut ; 130.95 ton ha⁻¹, 62.02 ton ha⁻¹, 42.71 ton ha⁻¹ dan di luar penyangga Danau Tambing; 144.51 ton ha⁻¹, 53.55 ton ha⁻¹, 20.71 ton ha⁻¹, berturut-turut. Hasil analisis data menunjukkan, terjadi perbedaan jumlah karbon tanah setiap kedalaman. Semakin dalam lapisan tanah, jumlah karbon tanah semakin sedikit. Ini berarti lapisan atas tanah yang mempunyai bahan organik tinggi mampu menyerap karbon yang lebih besar dibandingkan dengan lapisan dibawahnya.

Selanjutnya, jumlah rata-rata cadangan karbon tanah kedalaman 0-30 cm, dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Rata-rata Cadangan Karbon Tanah Kedalaman 0-30 cm Sekitar Danau Tambing

Jumlah rata-rata karbon tanah penyangga Danau Tambing yaitu 235.68 ton ha⁻¹, jumlah ini lebih besar dibandingkan luar penyangga Danau Tambing yaitu 218.77 ton ha⁻¹. Jumlah cadangan karbon tanah yang berbeda-beda dipengaruhi oleh sumber bahan organik, proses dekomposisi serta lingkungannya. Sebagaimana dijelaskan Kartasapoetra dan Mulyani (1987) tanah merupakan suatu sistem yang ada dalam keseimbangan dinamis dengan lingkungannya (lingkungan hidup atau lingkungan lainnya). Tanah tersusun atas 5 komponen yaitu : hasil perombakan bahan-bahan batuan dan anorganik yang terdapat dipermukaan bumi, bahan organik berasal dari sisa-sisa tanaman dan binatang, air, udara tanah dan kehidupan jasad renik.

Suripin (2001) dalam Raja (2009) menjelaskan bahwa bahan organik umumnya ditemukan dipermukaan tanah atau lapisan atas (*top soil*). Bahan organik dalam tanah terdiri dari bahan organik kasar serasah dan bahan organik halus (humus). Dengan bantuan mikroorganisme tanah bahan organik kasar akan dihancurkan menjadi bahan organik halus. Bahan organik halus (humus) merupakan senyawa resisten, berwarna hitam atau coklat, dan mempunyai daya menahan air dan unsur hara yang tinggi. Menurut Suhariyono dan Menry (2005) karakteristik unsur-unsur dalam tanah sangat berpengaruh terhadap karakteristik unsur-unsur dalam tanaman yang tumbuh diatasnya, sehingga kandungan unsur-unsur esensial dan non esensial yang kurang atau berlebihan dalam jaringan tanaman akan mencerminkan

kandungan unsur-unsur dalam tanah. Hairiah dan Rahayu (2011) berpendapat bahwa penyimpanan karbon suatu lahan menjadi lebih besar bila kondisi kesuburan tanahnya baik, atau dengan kata lain jumlah karbon tersimpan diatas tanah (biomassa tanaman) ditentukan oleh besarnya jumlah karbon tersimpan dalam tanah (bahan organik tanah).

Total karbon tanah menunjukkan jumlah cadangan karbon yang tersimpan dalam tanah. Sebagai salah satu kantong karbon (*carbon pool*) yang mampu menyerap karbon dari *atmosfer*, tanah hutan juga merupakan salah satu sumber terjadinya peningkatan karbon di *atmosfer*. Hal ini terjadi karena bahan organik tanah yang mengandung humus sangat mudah terbakar. Oleh karena itu, menjaga kelestarian hutan dengan memperhatikan prinsip-prinsip pengelolaan hutan menjadi sangat penting.

KESIMPULAN

Kandungan karbon tanah setiap kedalaman bervariasi. Pada kedalaman tanah yang sama jumlah karbon tanah berbeda. Semakin dalam lapisan suatu tanah, jumlah karbon tanah semakin sedikit. Jumlah rata-rata cadangan karbon tanah penyangga Danau Tambing kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm berturut-turut ; 130.95 ton ha⁻¹, 62.02 ton ha⁻¹, 42.71 ton ha⁻¹ dan karbon tanah luar penyangga Danau Tambing yaitu ; 144.51 ton ha⁻¹, 3.55 ton ha⁻¹, 20.71 ton ha⁻¹. Jumlah rata-rata karbon tanah kedalaman 0-30 cm penyangga Danau Tambing yaitu 235.68 ton ha⁻¹, jumlah ini lebih besar dibandingkan luar penyangga Danau Tambing yaitu 218.77 ton ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus C., 2003. *Peran Hutan Tropika pada Kompetisi Fungsi Tanah dan Adsorpsi Karbon dalam Pembangunan Bersih Berkelanjutan*. Prosiding Lokakarya Nasional, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta. P : 136-140.
- Hairiah K, Ekadinata A, Sari R R, Rahayu S, 2011. *Petunjuk Praktis Pengukuran Cadangan Karbon : Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan*. Edisi Ke-2. World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office. Universitas Brawijaya. Malang
- Hakim N, Nyakpa Y M, Lubis M A, Nugroho G S, Diha A M, Hong B G, Bailey H H. 1986. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Hardjowigeno S, 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta
- Kartasapoetra dan Mulyani M, 1987. *Pengantar Ilmu Tanah*. Cetakan kedua. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Lopulisa C., 2004. *Tanah – Tanah Utama di Indonesia : Ciri, Genesa dan Klasifikasinya*. Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Massiri Dg S, 2010. *Biomassa dan Karbon pada Kondisi Mature, Building dan Gap di Hutan Hujan Tropis*. Tesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. Tidak Dipublikasikan.
- Masripatin N, Ginoga K, Pari G, Dharmawan WS, Siregar CA, Wibowo A, Puspasari D, Utomo AS, Sakuntaladewi N, Lugina M, Indartik, Wulandari W, Darmawan S, Heriansyah I, Heriyanto NM, Siringoringo H, Damayanti R, Anggraeni D, Krisnawati H, Maryani R, Apriyanto D, Subekti B, 2010. *Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia*. Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Raja P C, 2009. *Hantaran Hidrolik Jenuh dan Kaitannya dengan Beberapa Sifat Fisika Tanah pada Tegalan dan Hutan Bambu*. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Tidak Dipublikasikan.
- Samsodin I, Dharmawan S W, Siregar A C, 2009. *Potensi Biomassa Karbon Hutan Alam dan Hutan Bekas Tebang Setelah 30 Tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 6 (1) : 47-56.
- Standar Nasional Indonesia, 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan*. SNI : 7724. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Suhariyono G dan Menry Y, 2005. *Analisis Karakteristik Unsur-Unsur dalam Tanah di berbagai lokasi dengan menggunakan*

- XRF. Prosiding PPI-PDIPTN 2005 : 197 - 206
- Sutanto R, 2005. *Dasar - Dasar Ilmu Tanah : Konsep Dan Kenyataan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutaryo, 2009. *Penghitungan Biomassa : Sebuah Studi Pengantar Untuk Studi Karbon Dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Supriyadi S, 2008. *Kandungan Bahan Organik Sebagai Dasar Pengelolaan Tanah di Lahan Kering Madura*. Embryo 5 (2) : 176 - 138
- Syam'ani, Agustina A, Susilawati, Nugroho Y, 2012. *Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan di Sub-Sub DAS Amandit*. Jurnal Hutan Tropis 12 (2) : 148-158.
- Tim Dosen Jurusan Ilmu Tanah, 2011. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Laboratorium Unit Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.
- Wardah, Toknok B., Zulkaidah. 2011. *Carbon Stock of Agroforestry Systems at Adjacent Buffer Zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi*. Jurnal of Tropical Soils 16 (2) : 123-128.
- Yulnafatmawita, Adrinal, Hakim F A, 2011. *Pencucian Bahan Organik Tanah pada Tiga Penggunaan Lahan di Daerah Hutan Hujan Tropis Super Basah Pinang-Pinang Gunung Gadut Padang*. Jurnal Solum VIII (1) : 34 - 42