

DINAMIKA POTENSI BIOMASSA KARBON PADA LANSKAP HUTAN BEKAS TEBANGAN DI HUTAN PENELITIAN MALINAU (Dynamics of Carbon-biomass Potency of Logged-Over Forest Landscape at Malinau Research Forest)

Oleh/By :

I Wayan Susi Dharmawan dan Ismayadi Samsuudin

Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165 Bogor;

Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax. 0251-8638111; Email: salifa03@yahoo.co.id

ABSTRACT

Indonesia is endowed with natural forests although part of them have been already logged-over forest. The natural forests potentially can support the Indonesian Government Program to reduce greenhouse gas emissions by 26% until the year 2020 through the activities such as Reducing Emission from Deforestation and Degradation (REDD). Logged-over forest landscape, one in Malinau District, East Kalimantan Province, has high carbon-biomass potency. This study estimated carbon-biomass potency of forest landscape in logged-over forest after 5, 10 and 30 years at Malinau Research Forest, East Kalimantan Province, managed under sustainable management scheme. Random sampling was conducted for soil sampling to measure carbon contents in the soil. For analysis of above ground carbon-biomass estimation, three plots were taken where each plot consist of subplot of 25. Result of the study showed that soil carbon content at logged over forest after 5, 10 and 30 years are 46 tonC/ha, 47 tonC/ha and 30 tonC/ha, respectively, while above ground biomass are 343.61 ton/ha, 392.56 ton/ha and 498.19 ton/ha, respectively. These results indicated that carbon-biomass in the natural forest logged under sustainable forest management after 30 years of logging has carbon-biomass similar with those of natural forests i.e. 529.4 ton biomass/ha and 264.70 tonC/ha. The implications of this research is to use the content of forest carbon-biomass at logged-over forest as an indicator for assessment of sustainable forest management (Sustainable Forest Management).

Keyword: Biomass, carbon, logged-over forest, natural forest

ABSTRAK

Indonesia diberkahi dengan banyaknya hutan alam meskipun sebagian dari hutan alam tersebut merupakan hutan bekas tebangan. Hutan-hutan alam tersebut berpotensi dapat mendukung Program Pemerintah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% sampai dengan tahun 2020 melalui kegiatan seperti Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi (REDD). Lanskap hutan bekas tebangan, dimana salah satunya terdapat di Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Timur, memiliki potensi biomasa karbon yang tinggi. Studi penelitian ini memperkirakan potensi biomasa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan umur 5, 10 dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Provinsi Kalimantan Timur, yang dikelola dengan skema pengelolaan lestari. Sampling tanah diambil secara random untuk mengukur kandungan karbon dalam tanah. Untuk analisis pendugaan biomassa karbon di atas permukaan tanah, telah ditempatkan tiga plot dimana setiap plot terdiri dari 25 subplot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbon tanah pada hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun masing-masing adalah 46 tonC/ha, 47 tonC/ha dan 30 tonC/ha, sementara itu biomassa tegakan di atas permukaan tanah masing-masing adalah 343,61 ton/ha, 392,56 ton/ha dan 498,19 ton/ha. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biomassa karbon pada hutan alam bekas tebangan setelah 30 tahun dibawah pengelolaan hutan lestari memiliki biomassa karbon hampir sama dengan biomasa karbon di hutan alam primer yaitu 529,4 ton/ha dan 264,70 tonC/ha. Implikasi hasil penelitian ini adalah dapat digunakannya kandungan biomassa karbon di hutan bekas tebangan sebagai indikator untuk penilaian pengelolaan hutan lestari (Sustainable Forest Management).

Kata kunci: Biomassa, karbon, hutan bekas tebangan, hutan alam

I. PENDAHULUAN

Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akan mengakibatkan peningkatan pemanasan global yang dapat berakibat pada perubahan fungsi ekologis hutan (Houghton *et al.*, 1996). Terjadinya perubahan iklim global yang disebabkan oleh emisi karbon ke atmosfer tercermin dalam dokumen Kyoto Protokol dan Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC), yang menekankan pentingnya upaya pengurangan emisi karbon dan penyerapan karbon dari atmosfer (IPCC Working Group I-III, 1995).

Ekosistem hutan merupakan ekosistem yang memiliki kemampuan untuk hidup dan tumbuh, dinamis dan dibentuk secara bertahap dalam proses suksesi yang sangat panjang. Banyak pemikiran ekologis yang menyatakan bahwa bukaan kanopi sangat berpengaruh terhadap dinamika suksesi hutan tropis (Brokaw, 1987; Campbell, 1991; Whitmore, 1997; Whitmore dan Brown, 1996). Adanya proses suksesi akan menghasilkan kondisi spesifik di masing-masing ekosistem hutan. Selain menyebabkan perkembangan dan pertumbuhan riap volume tegakan, terjadinya suksesi juga akan menyebabkan perubahan struktur dan komposisi tegakan. Struktur lanskap hutan bekas tebangan dan komposisi tegakannya berbeda-beda tergantung pada usia hutan bekas tebangan. Indonesia memiliki banyak potensi hutan alam, baik

itu hutan alam yang masih utuh atau hutan alam bekas tebangan. Potensi hutan alam tersebut dapat mendukung program Pemerintah Indonesia untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% sampai dengan tahun 2020 melalui kegiatan Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi (REDD). Lanskap hutan bekas tebangan, dimana salah satunya terdapat di Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Timur, memiliki potensi biomassa karbon yang tinggi. Tulisan ini mengkaji lebih mendalam potensi biomassa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan umur 5, 10 dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Provinsi Kalimantan Timur, dalam rangka pengelolaan hutan lestari.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Hutan Penelitian Malinau (Kabupaten Malinau, Kalimantan Timur), yang meliputi wilayah konsesi PT. Inhutani II dan bekas HPH PT Inhutani I dengan total luas 48.000 ha. Hutan produksi di lokasi penelitian telah dimanfaatkan sejak tahun 1974 dengan menerapkan sistem TPTI (Tebang Pilih dan Tanam Indonesia) yang menebang pohon dengan batas diameter 50 cm. Deskripsi petak contoh ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Deskripsi plot sampel permanen dan plot perlakuan di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

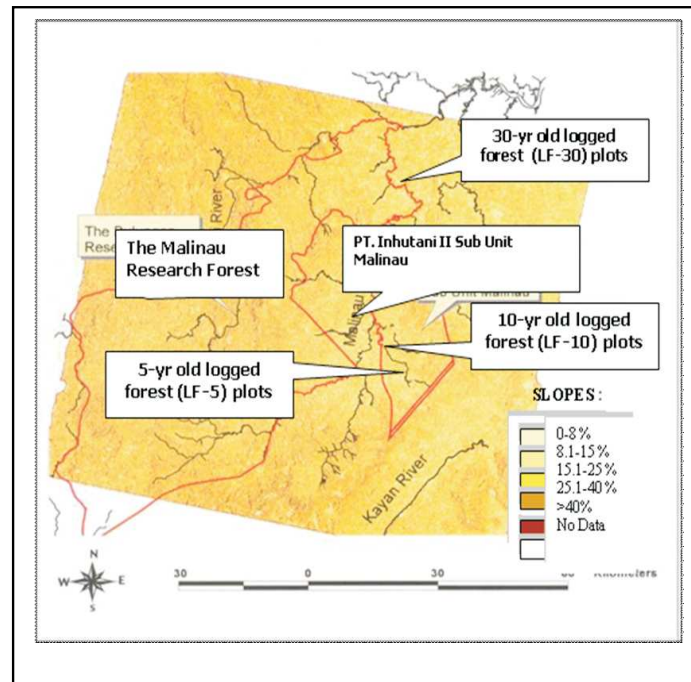
Table 1. Description of permanent sample plots and treatment plots in the Malinau Research Forest, East Kalimantan

Kode (Code)	No. Plot (Plot Number)	Deskripsi (Description)
LOF-5	01	Hutan bekas tebangan setelah 5 tahun (Blok 39, 40); P.T. Inhutani II; 03°
	02	00,502' Lintang Utara - 116° 30,572' Bujur Timur ; 03° 00,327' Lintang Utara -
	03	116° 30,604' Bujur Timur (<i>Logged over forest after 5 years (Block 39, 40); P.T.</i>
	04	<i>Inhutani II ; 03° 00,502' North Latitude - 116° 30,572' East Longitude ; 03° 00,327' North Latitude - 116° 30,604' East Longitude)</i>
LOF-10	01	Hutan bekas tebangan setelah 10 tahun (Blok 70, 72); P.T. Inhutani II; 03°
	02	07,750' Lintang Utara - 116° 29,001' Bujur Timur (<i>Logged over forest after 10 years</i>
	03	<i>(Block 70,72); P.T. Inhutani II ; 03° 07,750' North Latitude - 116° 29,001' East</i>
	04	<i>Longitude)</i>
LOF-30	01	Hutan bekas tebangan setelah 30 tahun (Block 22); P.T. Inhutani I; 03° 27,607'
	02	Lintang Utara - 116° 35,287' Bujur Timur (<i>Logged over forest after 30 years (Block</i>
	03	<i>22); PT Inhutani I; 03° 27,607' North Latitude - 116° 35,287' East Longitude)</i>
	04	

Keterangan (Remarks): LOF = hutan bekas tebangan (*Logged-over forest*)

Plot penelitian (Gambar 1) terletak pada ketinggian 100 sampai 300 m di atas permukaan laut, dengan kondisi lereng umumnya tidak rata. Kondisi geologi memiliki keragaman yang tinggi, dengan formasi vulkanik, metamorf, batuan sedimen, kuartal tersier dan endapan aluvium yang luas (Machfudh, 2002). Jenis tanah telah mengalami pelapukan kuat dan termasuk kedalam tipe tanah Ultisols asam sampai dengan Inceptisols muda. Sebagian besar tanah di Hutan Penelitian Malinau didominasi oleh tiga kelompok tanah berdasarkan

klasifikasi tanah USDA, yaitu: (1) Tropaquepts Typic (2) Kanhapludults Typic dan (3) Tropadults Dystropeptic (Machfudh, 2002). Lokasi penelitian termasuk kedalam zona iklim basah atau tipe klasifikasi A menurut Schmidt dan Ferguson (1951), dengan bulan kering kurang dari dua bulan dan bulan basah selama sembilan bulan, yang umumnya terjadi pada bulan April sampai Desember. Rata-rata curah hujan tahunan adalah 3.828 mm per tahun dengan jumlah hari hujan sekitar 143 hari per tahun.



Gambar 1. Lokasi plot penelitian di Hutan Penelitian Malinau, Provinsi Kalimantan Timur
 Figure 1. Plot location of the research in Malinau Research Forest, East Kalimantan Province

B. Prosedur Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut: 1) Dilakukan analisis kandungan karbon tanah dan kandungan hara tanah lainnya, 2) Dilakukan penghitungan jumlah biomassa karbon di atas permukaan tanah, 3) Penentuan kandungan karbon dan 4) Analisis data. Pengambilan sampel tanah dilaksanakan secara acak di lima titik sampling dengan kedalaman 20 cm pada masing-masing hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun. Untuk estimasi biomassa karbon di atas permukaan tanah dilakukan pada tiga plot dan setiap plot terdiri dari subplot sebanyak 25 subplot dengan ukuran masing-masing subplot

adalah 20 m x 20 m di hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun. Estimasi biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik (Chave *et al.*, 2005) dengan nilai $R^2 = 99\%$. Persamaan allometrik yang digunakan adalah sebagai berikut: $Y = 0,0509 \times \rho \times DBH^2 \times T$ dimana Y = biomassa total (kg), DBH = diameter setinggi dada, ρ = kerapatan jenis kayu (gr/cm^3), T = tinggi (m). Rata-rata kerapatan jenis kayu yang digunakan adalah $0,61 gr/cm^3$ untuk hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10 tahun dan 30 tahun (Rahayu *et al.*, 2006). Persamaan allometrik ini berdasarkan pada kondisi iklim di lokasi penelitian yang memiliki curah hujan 3.828 mm per tahun dan

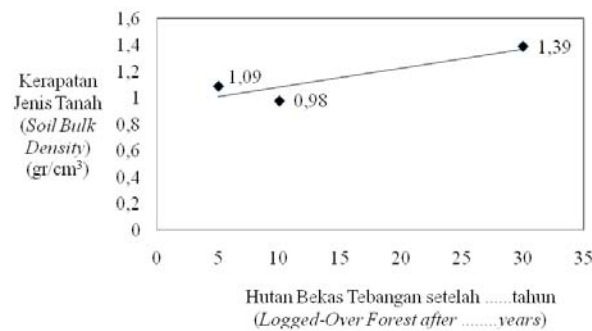
diklasifikasikan sebagai kategori lembab (curah hujan antara 1.500 mm - 4.000 mm per tahun). Sementara itu, kandungan karbon dihitung dengan pendekatan rumus Brown (1997) = Berat kering x 0,5. Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* (2003).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Dinamika Karbon Organik Tanah dan Status Hara Lainnya

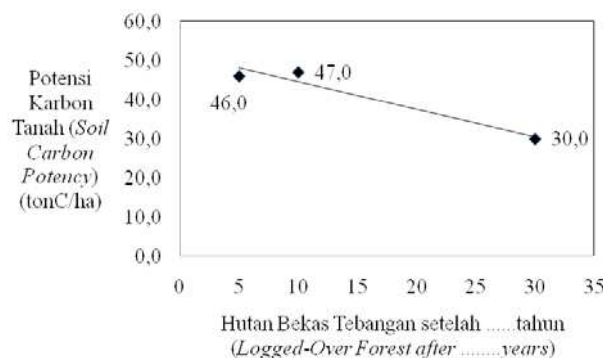
Gambaran kerapatan jenis tanah pada umur tebangan yang berbeda dari hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau disajikan pada Gambar 2. Dalam Gambar 3 dapat dilihat dinamika potensi kandungan karbon tanah (C ton/ha) pada berbagai umur hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau.

Hubungan antara kerapatan jenis tanah dengan kandungan karbon tanah adalah berbanding terbalik, dimana semakin besar nilai kerapatan jenis tanah maka nilai kandungan karbon organik tanah akan semakin kecil. Fenomena ini dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan grafik kecenderungan kenaikan kerapatan jenis tanah, diikuti dengan grafik kecenderungan penurunan potensi karbon organik tanah (Gambar 3). Hutan bekas tebangan setelah 10 tahun memiliki kerapatan jenis tanah terkecil dan memiliki kandungan karbon organik tanah tertinggi. Kondisi ini disebabkan oleh tekstur tanah yang berbeda di hutan bekas tebangan (Tabel 2). Pada hutan bekas tebangan setelah 5 tahun dan 30 tahun memiliki tekstur tanah yang lebih didominasi oleh tekstur berpasir, sedangkan hutan bekas tebangan setelah 10 tahun lebih didominasi oleh tekstur tanah liat (Tabel 2). Bahan tekstur tanah liat mengandung lebih banyak karbon organik tanah jika



Gambar 2. Dinamika kerapatan jenis tanah pada hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10 tahun dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

Figure 2. Dynamics of soil bulk density in logged-over forest after 5 years, 10 years and 30 years at Malinau Research Forest, East Kalimantan



Gambar 3. Dinamika potensi kandungan karbon tanah pada hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10 tahun dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

Figure 3. Dynamics of soil carbon potency in logged-over forest after 5 years, 10 years and 30 years at Malinau Research Forest, East Kalimantan

Tabel 2. Analisis kandungan hara pada hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10 tahun dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

Table 2. Analysis of nutrient contents in logged-over forest after 5 years, 10 years and 30 years at Malinau Research Forest, East Kalimantan

Karakteristik Tanah (<i>Soil characteristics</i>)	Nilai (<i>Value</i>)		
	Hutan bekas tebangan setelah 5 tahun (<i>Logged-over forest after 5 years</i>)	Hutan bekas tebangan setelah 10 tahun (<i>Logged-over forest after 10 years</i>)	Hutan bekas tebangan setelah 30 tahun (<i>Logged-over forest after 30 years</i>)
pH (H ₂ O)	4,09	4,25	4,09
pH (KCl)	3,71	3,95	3,83
Rasio C/N (<i>C/N ratio</i>)	12,76	13,39	11,54
P tersedia (<i>P available</i>) (Bray, P ₂ O ₅), ppm	7,29	9,71	6,43
Basa-basa total (<i>Total bases</i>) (1 N NH ₄ Oac, pH 7.0 ekstraksi/ <i>extraction</i>), me/100 g	1,59	1,98	1,87
Kapasitas tukar kation (<i>Cation exchange capacity</i>) (1 N NH ₄ Oac, pH 7.0 ekstraksi/ <i>extraction</i>), me/100 g	15,72	9,33	6,08
Kejenuhan basa (<i>Base saturation</i>), %	14,04	22,00	28,41
KCl 1 N, Al ³⁺ , me/100 g	9,90	3,61	4,71
KCl 1 N, H ⁺ , me/100 g	0,86	0,31	0,36
Tekstur (<i>Texture</i>) (%):			
Pasir (<i>Sandy</i>)	41,18	19,91	54,44
Debu (<i>Silty</i>)	23,82	45,52	26,53
Liat (<i>Clay</i>)	14,88	19,71	12,01

Sumber (*Source*): Samsuedin *et al.* (2007)

dibandingkan dengan tekstur tanah berpasir dan lempung (Ohta dan Syarif, 1996; Samsuedin *et al.*, 2007). Hasil analisis kandungan hara pada hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10 tahun dan 30 tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur dapat dilihat pada Tabel 2.

B. Dinamika Biomasa Karbon Di Atas Permukaan Tanah

Regresi hubungan antara umur hutan bekas tebangan dengan potensi biomassa dan potensi kandungan karbon masing-masing adalah: Potensi biomassa = $244,74x^{0,2082}$ ($R^2 = 99,9\%$) dan Potensi kandungan karbon = $122,37x^{0,2082}$ ($R^2 = 99,9\%$). Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan masing-masing potensi biomassa dan dinamika karbon di hutan bekas tebangan sampai dengan usia 100 tahun setelah penebangan di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. Potensi kandungan biomassa dari berbagai hasil penelitian di hutan bekas tebangan ditampilkan pada Tabel 3.

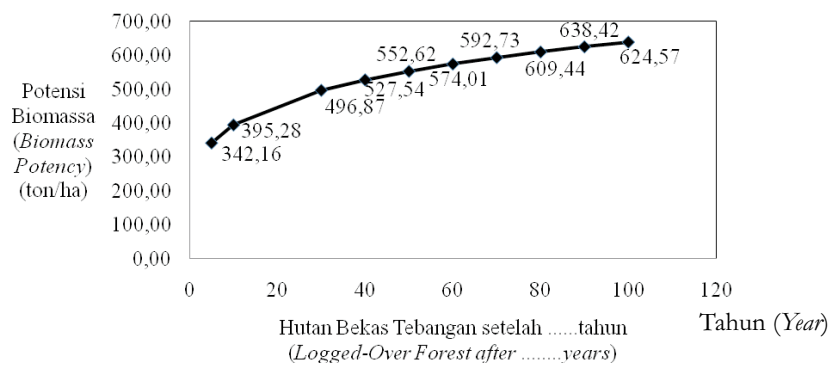
Tabel 3 tersebut mengindikasikan bahwa hasil penelitian di Hutan Penelitian Malinau memiliki

potensi biomassa yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan hutan bekas tebangan lainnya.

Semakin lama umur hutan bekas tebangan akan memberikan kontribusi pada peningkatan biomassa dan kandungan karbon hutan. Namun demikian, pertumbuhan biomassa maupun kandungan karbon akan melambat dimulai pada umur hutan bekas tebangan setelah 80 tahun (Gambar 4 dan Gambar 5). Hal ini dapat terjadi karena umur pohon semakin tua akan menyebabkan semakin lambatnya proses fisiologis (Campbell *et al.*, 2002). Hasil analisis kecenderungan berdasarkan hasil proyeksi dengan persamaan allometrik menunjukkan bahwa pada umur hutan bekas tebangan setelah 40 tahun memiliki potensi biomassa tegakan sebesar 527,54 ton/ha yang hampir sama dengan potensi biomassa tegakan di hutan alam primer sebesar 529,39 ton/ha (Samsuedin *et al.*, 2009). Hasil proyeksi tersebut berimplikasi dapat digunakannya kandungan biomassa karbon di hutan bekas tebangan sebagai indikator untuk penilaian pengelolaan hutan lestari (*Sustainable Forest Management*). Implikasi lainnya adalah dengan

Tabel 3. Potensi kandungan biomassa dari berbagai hasil penelitian di hutan bekas tebangan
 Table 3. Potency of biomass content from several research result at logged-over forest

Penelitian (Research)	Lokasi (Location)	Kandungan biomassa (Biomass content) (ton/ha)
Penelitian ini (This research)	Hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 5 years, Malinau Research Forest, East Kalimantan)	343,61
	Hutan bekas tebangan setelah 10 tahun, Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 10 years, Malinau Research Forest, East Kalimantan)	392,56
	Hutan bekas tebangan setelah 30 tahun, Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 30 years, Malinau Research Forest, East Kalimantan)	498,19
Siregar dan Dharmawan (2011)	Hutan bekas tebangan setelah 31 tahun, PT Sarpatim, Kalimantan Tengah (Logged-over forest after 31 years, PT Sarpatim, Central Kalimantan)	409,84
Rahayu et al. (2006)	Hutan bekas tebangan setelah 0-10 tahun, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 0-10 years, Nunukan District, East Kalimantan)	413,6
	Hutan bekas tebangan setelah 11-30 tahun, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 11-30 years, Nunukan District, East Kalimantan)	425,8
	Hutan bekas tebangan setelah 31-50 tahun, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur (Logged-over forest after 31-50 years, Nunukan District, East Kalimantan)	368,4



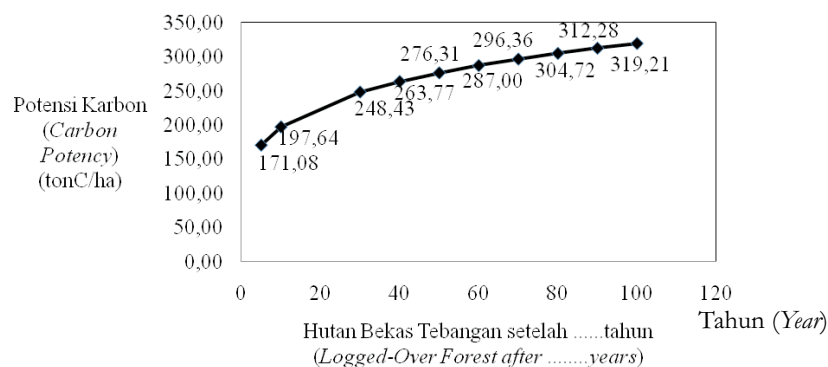
Gambar 4. Dinamika biomasa pada hutan bekas tebangan sampai dengan umur 100 tahun setelah tebangan di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

Figure 4. Biomass dynamics in logged-over forest until 100 years after logging at Malinau Research Forest, East Kalimantan

peningkatan biomassa tersebut akan meningkatkan juga jumlah spesies terkait biodiversiti di hutan bekas tebangan. Pada hutan primer di Hutan Penelitian Malinau memiliki jumlah spesies sebanyak 383 spesies/4 ha, sementara itu jumlah spesies di hutan bekas tebangan setelah 5 tahun, 10

tahun dan 30 tahun akan meningkat masing-masing menjadi 408 spesies/4 ha, 384 spesies/4 ha dan 404 spesies/4 ha.

Demikian pula, dinamika potensi kandungan karbon memiliki kecenderungan yang sama dengan potensi biomassa (Gambar 4 dan Gambar 5).



Gambar 5. Dinamika karbon pada hutan bekas tebangan sampai dengan umur 100 tahun setelah tebangan di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur

Figure 5. Carbon dynamics in logged-over forest until 100 years after logging at Malinau Research Forest, East Kalimantan

Tabel 4. Dominansi famili berdasarkan jumlah spesies tanaman, jumlah batang pohon dan basal area di LOF-5, LOF-10 dan LOF-30

Table 4. Dominance of families based on the number of tree species, number of stems and basal area in LOF-5, LOF-10 and LOF-30

Blok (Block)	Dipt.	Euph.	Myrist.	Anac.	Burse.	Myr.	Eben.
LOF-5							
Jumlah spesies (Number of species)	45	56	23	13	14	16	12
Jumlah pohon (Number of trees)	360	318	149	90	93	105	68
Basal area (m ²)	36,7	7,58	4,69	4,15	4,43	6,1	1,83
LOF-10							
Jumlah spesies (Number of species)	35	53	21	12	12	14	12
Jumlah pohon (Number of trees)	279	775	93	32	52	42	57
Basal area (m ²)	31,81	26,77	3,03	1,87	4,88	3,06	2,29
LOF-30							
Jumlah spesies (Number of species)	43	48	22	16	17	12	14
Jumlah pohon (Number of trees)	632	439	127	45	80	37	69
Basal area (m ²)	72,15	18,35	4,9	4,48	5,22	1,89	2,5
Total							
Jumlah spesies (Total number of species)	84	108	47	32	26	35	33
Jumlah pohon (Number of trees)	2029	1833	527	303	329	277	308
Basal area (m ²)	249,81	62,29	17,36	17,99	20,07	16,69	9,73

Keterangan (Remarks): LOF-5 = hutan bekas tebangan setelah 5 tahun (*logged over forest after 5 years*), LOF-10 = hutan bekas tebangan setelah 10 tahun (*logged over forest after 10 years*), LOF-30 = hutan bekas tebangan setelah 30 tahun (*logged over forest after 30 years*), Dipt.= Dipterocarpaceae, Euph.= Euphorbiaceae, Myrist.= Myristicaceae, Anac.= Anacardiaceae, Burse.= Burseraceae, Myr.= Myrtaceae, Eben.= Ebenaceae

Besarnya kandungan karbon pada hutan bekas tebangan setelah 30 tahun lebih besar dari lokasi lain juga tercermin dari besarnya basal area pada masing-masing umur hutan bekas tebangan (Tabel 3). Hasil pada Tabel 4 juga menunjukkan bahwa jumlah spesies, jumlah batang pohon dan basal area dari famili Dipterocarpaceae dan Euphorbiaceae mendominasi di semua blok penelitian. Jenis-jenis *Parashorea malaanonan*, *Shorea agamii*, *S. atrinervosa*, *S. hopeifolia*, *S. joborensis*, *S. leprosula*, *S. macroptera*, *S. ovalis*, *S. parvifolia*, *S. pauciflora*, dan *S. Pinanga* banyak ditemukan di semua blok penelitian.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kandungan karbon tanah di hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun masing-masing adalah 46 tonC/ha, 47 tonC/ha dan 30 tonC/ha. Kandungan biomassa tegakan di atas permukaan tanah di hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun masing-masing sebesar 343,61 ton/ha, 392,56 ton/ha dan 498,19 ton/ha. Berdasarkan kandungan biomassa tersebut, maka kandungan karbon di atas permukaan tanah pada hutan bekas tebangan setelah 5, 10 dan 30 tahun masing-masing adalah 171,81 tonC/ha, 196,28 tonC/ha dan 249,10 tonC/ha. Potensi biomassa karbon pada hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau sangat tinggi dan apabila hutan alam yang telah ditebang dikelola secara berkelanjutan/lestari, maka setelah 30 tahun hutan alam ditebang akan memiliki potensi biomassa karbon hampir sama dengan potensi biomassa karbon di hutan alam primer (kandungan biomassa dan karbon di hutan alam primer masing-masing sebesar 529,4 ton/ha dan 264,70 tonC/ha).

B. Saran

Implikasi hasil penelitian ini adalah kandungan biomassa karbon di hutan bekas tebangan dapat digunakan sebagai indikator untuk penilaian pengelolaan hutan lestari (*Sustainable Forest Management*). Implikasi lainnya adalah dengan peningkatan biomassa tersebut akan meningkatkan juga jumlah spesies terkait biodiversiti di hutan bekas tebangan. Meminimalisir tingkat gangguan setelah kegiatan penebangan dapat meningkatkan regenerasi alami ekosistem hutan sehingga produktivitas biomasnya juga akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brokaw, N. 1987. Gap phase regeneration of three pioneer tree species in a tropical forest. *Journal of Ecology*, 75, 9-20.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. *Forestry Paper*, 134.
- Campbell, D.G. 1991. Gap formation in tropical forest canopy by elephants. *Biotropica*, 23, 195-196.
- Campbell, N.A., Reece, J. B. & Mitchell, L. G. (2002). *Biology*. Erlangga Publisher.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J. P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. & Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145.
- Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callender, B.A., Haris, N., Kattenberg, A. & Maskell, K. 1996. Climate change: The science of climate change. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- IPCC Working Groups I-III. (1995). Summary for policy makers. *Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, UNEP*.
- Machfudh. 2002. *General description of the Bulungan Research Forest. Technical Report Phase 1 1997-2001. ITTO Project PD 12/97 REV.1 (F). Forest, Science and Sustainability: The Bulungan Model Forest*, 168.
- Microsoft Office Excel. 2003. *Microsoft Inc. United States of America*.
- Ohta, S. & Syarif, E. 1996. Soils under lowland dipterocarp forests characteristics and classification. In A. Schulte and D. Schöne (eds.) *Dipterocarp forest ecosystems: Towards sustainable management. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore*.
- Rahayu, S., Lusiana, B. & M. van Noordwijk. 2006. Carbon estimation on the aboveground in several landuse systems at Nunukan District, East Kalimantan Province. *World Agroforestry Centre (ICRAF)*.
- Samsedin, I., Basuki, I., Dharmawan, I. W. S. & Hopkins, D. W. 2007. Impact of the logging to the soil characteristics at logged over forest, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 4 No. 4.
- Samsedin I., Dharmawan, I.W.S. & Siregar, C.A. 2009. Potency of carbon at natural forest and logged over forest after 30 years at Malinau Research Forest, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 5 No. 4.
- Siregar, C.A. dan Dharmawan, I.W.S. 2011. Stok karbon tegakan hutan alam dipterocarpa di PT Sarpatim, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 8 No. 4.
- Schmidt, F.H. & Ferguson, J.H.A. 1951. *Rainfall type based on wet and dry period ration for Indonesia with Western New Guinea. Publication, 42. Meteorology and Geophysics Agency*.

Whitmore, T.C. 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. In: Laurence WF and Bierregaard RO, editors. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press.

Whitmore, T.C. & Brown, N.D. 1996. Dipterocarp seedling growth in rain forest canopy gaps during six and a half years. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological Sciences*, 351, 1195-1203.