

Pendugaan Korelasi antara Karakteristik Tanah terhadap Cadangan Karbon (*Carbon Stock*) pada Hutan Sekunder

Estimation Correlation between Soil Characteristics Toward Reserved Carbon (Carbon Stock) in the Secondary Forest

Omo Rusdiana¹ dan Rinal Syahputra Lubis¹

¹Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Forest ecosystem is a unity which is closely related to the natural processes that have a complex role in maintaining the stability of constituent components of the ecosystem. The complex role of the forest is to maintain the stability of the global climate and soil protection. Related to global climate stability and international issues of climate change, forests have an important role as a source of carbon emissions (source) and carbon sinks and stores (sink). Related to the stability and the protection of soil, soil has characteristics that can help the growth of vegetation. The greater fertility of the soil, the greater expected growth of vegetation, it can be implied that the greater the carbon stored on the forest stand as well as on the under plants or litter. Therefore, this study aims to determine carbon deposits and the characteristics or site qualities in secondary forests, suspect and find out whether the characteristics of the soil has a high or low correlation to the carbon stored in secondary forest.

Carbon stored in secondary forests of 41948,75 kg/ha of which 91,36%, equivalent to 38326 kg/ha of carbon stored in standing and 8,64%, equivalent to 3622,75 kg/ha of carbon stored in plants and litter below. Then the results obtained from soil characteristics include pH = 4,22, CEC = 17,05 me/100gr, C-organic = 2,86 %, organic matter = 4,97 %, N-total = 0,27 %, C/N ratio = 10,73 %, P-total = 2,22 ppm, K-total = 0,34 me/100gr, bulk density = 1,1 gr/cm³, and soil porosity = 57,96 %. When viewed overall, whether chemical composition and nutrient content of soil, conclude that the soil fertility status fall into the low category. This is because the content of the element P in the soil is so low that indicates a low soil fertility.

After tested the correlation between soil characteristics and stored carbon (C-stock) is obtained that the pH, the C-organic, organic matter, total N, and K soil has a correlation or effect of carbon stored in the secondary forest.

Keywords: forest, role of forest stand, C-stock, soil, soil characteristics

PENDAHULUAN

Berdasarkan Undang-Undang No. 41 tahun 1999, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Selain itu, hutan merupakan suatu kesatuan ekosistem yang erat kaitannya dengan proses alam yang saling berhubungan antar komponen penyusun ekosistem. Komponen ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Komponen biotik merupakan komponen makhluk hidup, misalnya binatang, tumbuhan, dan mikroba. Sedangkan komponen abiotik merupakan komponen benda mati atau fisik dan kimia yang terdiri atas tanah, air, udara, sinar matahari, dan lain sebagainya yang berupa medium atau substrat untuk berlangsungnya kehidupan. Dari komponen ekosistem ini, hutan tersebut memiliki peranan dan fungsi. Peranan hutan diantaranya yaitu menjaga stabilitas iklim global. Berkaitan dengan stabilitas iklim global, kehutanan juga mempunyai peranan penting karena hutan dapat menjadi sumber emisi karbon (source) dan juga dapat menjadi penyerap karbon dan menyimpannya (sink). Hutan

melalui proses fotosintesis mengabsorpsi CO₂ dan menyimpannya sebagai materi organik dalam biomassa tanaman. Ketika terjadi kebakaran hutan, penebangan liar, dan konversi hutan telah menyebabkan kerusakan hutan yang berakibat karbon tersimpan dalam biomassa hutan terlepas ke atmosfer dan kemampuan bumi untuk menyerap CO₂ dari udara melalui fotosintesis hutan berkurang sehingga terjadi gangguan keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer.

Selain itu, peranan dan fungsi hutan adalah sebagai proteksi atau menjaga stabilitas lapisan tanah hutan. Menurut Hardjowigeno (2007), tanah adalah kumpulan dari benda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horison-horison, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air dan udara, dan merupakan media untuk tumbuhnya tanaman. Tanah memiliki karakteristik atau sifat tanah yang terdiri atas sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Karakteristik tanah ini dapat dijadikan parameter kesuburan tanah dan pertumbuhan vegetasi. Semakin besar kesuburan tanah maka semakin besar pertumbuhan vegetasi sehingga diduga akan semakin besar karbon yang akan tersimpan pada tegakan maupun tumbuhan bawah atau serasah. Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan untuk

mengetahui karakteristik tanah dominan yang mempengaruhi tinggi rendahnya karbon yang diserap dari atmosfer dan tersimpan di dalam vegetasi hutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Mengetahui simpanan karbon yang terkandung pada hutan sekunder.
- Mengetahui karakteristik atau kualitas tempat tumbuh.
- Menduga dan mengetahui apakah karakteristik tanah memiliki korelasi terhadap tinggi rendahnya karbon tersimpan pada hutan sekunder tersebut.

Manfaat penelitian ini antara lain dapat memberikan gambaran dan informasi mengenai kandungan karbon dan korelasinya terhadap karakteristik tanah pada hutan sekunder.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu:

- Pengambilan data dilakukan pada hutan sekunder di Desa Santu'un, Kecamatan Muara Uya, Kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan dan Laboratorium Pengaruh Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB pada bulan Januari 2011-Februari 2011.
- Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Pengaruh Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor pada bulan Juli 2011.

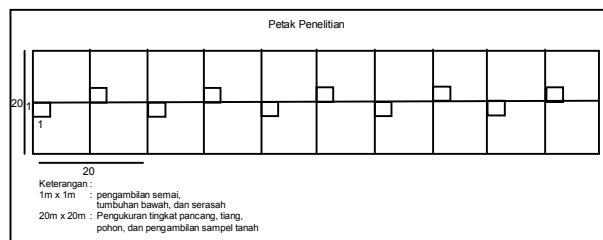
Alat dan Bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat komputer dengan sistem operasi *Microsoft Windows 7 Ultimate* yang dilengkapi beberapa perangkat lunak (*software*) untuk analisis, alat tulis, dan alat penunjang lainnya seperti GPS, meteran 30m, pita jahit, kompas, ring tanah, bor tanah, oven, timbangan, tallysheet, kertas label, kantong plastik, amplop coklat, kalkulator, golok, dan pisau. Beberapa perangkat lunak yang digunakan yaitu:

- Microsoft Office Excel 2007* untuk perhitungan dan tabulasi.
- Statistical Package for the Social Sciences 16 (SPSS 16)* untuk analisis korelasi antara karakteristik tanah yang diteliti dengan karbon tersimpan.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini berupa sampel-sampel tanah, data pengukuran diameter pohon, dan peta-peta penggunaan lahan (*land use*) baik geologi, iklim, kelas lereng, tanah, dan topografi.

Cara Kerja

Penentuan dan Pembuatan Petak Penelitian. Petak ditentukan dan dibuat berukuran 20 m x 20 m sebanyak 5(lima) petak. Petak tersebut digunakan untuk pengukuran vegetasi seperti pancang, tiang, pohon, dan sampel tanah. Sedangkan untuk pengambilan sampel tumbuhan bawah dan semai dibuatkan subpetak yang berukuran 1 m x 1 m sebanyak 10 (sepuluh) subpetak. Petak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Petak penelitian

Pengukuran Vegetasi. Vegetasi di dalam petak diukur secara keseluruhan atau sensus baik pancang, tiang, dan pohon. Dimensi yang diukur adalah diameter setinggi dada (DBH = 1,3 m dari atas tanah), tinggi total, dan tinggi bebas cabang.

Pengambilan Contoh Tumbuhan Bawah dan Serasah. Semua tumbuhan bawah dan serasah di atas permukaan tanah yang ada di dalam subpetak 1 m x 1 m diambil dan ditimbang untuk mengetahui berat basah (BB). Setelah itu, tumbuhan bawah dan serasah dimasukkan ke dalam amplop coklat, kemudian dioven untuk mengetahui berat kering (BK) dan kadar air (KA).

Pengambilan Contoh Tanah. Contoh tanah diambil menggunakan 2 (dua) metode yaitu:

- Contoh tanah terusik (komposit).
- Contoh tanah tidak terusik (utuh).

Pengovenan. Pengovenan dilakukan untuk mencari berat kering (BK) dan kadar air (KA) tumbuhan bawah dan serasah pada suhu 80 °C selama 48 jam (Hairiah dan Rahayu 2007). Apabila berat basah contoh yang akan di oven kurang dari 200 gram maka berat tersebut adalah berat basahnya. Sedangkan apabila berat basahnya lebih dari 200 gram maka berat basah yang diambil adalah sebanyak 200 gram. Tidak hanya tumbuhan bawah dan serasah di oven, tetapi contoh tanah tidak terusik juga di oven. Contoh tanah tidak terusik ini dilakukan untuk mendapatkan berat kering, bobot isi, dan porositas tanah. Contoh tanah tidak terusik di oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Kemudian ditimbang contoh tersebut sebagai berat kering (BK₁) dan berat ring (BR). Data ini nantinya digunakan untuk mendapatkan bobot isi dan porositas tanahnya.

Pendugaan Biomassa dan Karbon Tegakan. Pendugaan biomassa tegakan dilakukan dengan metode nondestruktif yang menggunakan persamaan allometrik yang telah teruji berdasarkan penelitian sebelumnya.

Analisis Data

Komposisi Jenis

Menurut Soerianegara dan Indrawan (2002), kerapatan tegakan, frekuensi, dominansi dan INP dihitung dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$KR = \frac{K}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu spesies}}{\text{luas seluruh plot}}$$

$$FR = \frac{F}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$D = \frac{\text{LBDS suatu spesies}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$DR = \frac{D}{\text{Dominasi seluruh spesies}} \times 100\%$$

$$INP = KR + FR + DR$$

Pengukuran Biomassa

Biomassa Tegakan. Data primer berupa diameter tiap pohon dimasukkan ke dalam persamaan allometrik yang sesuai dengan jenis atau karakter pohonnya. Persamaan allometrik yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Persamaan allometrik

Jenis Pohon	Estimasi Biomassa Pohon (kg/pohon)	Sumber
Gmelina	$BK = 0.153 D^{2.217}$	Banatiela <i>et al.</i>
Pohon bercabang	$BK = 0.11 \rho D^{2.62}$	Ketterings 2001
Kopi dipangkas	$BK = 0.281 D^{2.06}$	Arifin 2001
Dipterocarpaceae	$BK = 0.031 D^{2.717}$	Banatiela <i>et al.</i>
Jenis lain	$BK = 0.2902 D^{2.313}$	-

Keterangan : D (diameter setinggi dada), ρ (berat jenis kayu)

Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah. Kadar air dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% KA = \frac{BBc - BKc}{BKc} \times 100\%$$

Keterangan: KA = kadar air

BBc = berat basah contoh

BKc = berat kering contoh

Setelah mendapatkan kadar air, barulah diperoleh berat kering biomassa tumbuhan bawah dan serasahnya dengan rumus:

$$BKT = \frac{BB}{1 + \frac{\% KA}{100}}$$

Keterangan: BKT = berat kering tanur/biomassa

BB = berat basah

KA = kadar air

Menghitung Potensi Karbon. Jumlah karbon tersimpan (C) baik pada tiap pohon dan tumbuhan bawah/serasah diestimasi dengan menggunakan persamaan (Hairiah dan Rahayu 2007) berikut.

$$C = BKT \times 0,46$$

Pengukuran Tanah. Contoh tanah terusik diambil untuk menganalisis pH, C-org, bahan organik, N-total, P, K, dan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Metode yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Metode analisis

Parameter	Metode Analisis
Ph	pH meter
C-organik	Walkey & Black
N-total	Kjeldhal
P-bray	Bray I
K	N NH ₄ Oac pH 7.0
KTK	N NH ₄ Oac pH 7.0

- Bahan Organik (%) = 1,74 × C-organik (%)

Contoh tanah tidak terusik, yang diukur yaitu:

$$- \text{ Bobot isi ; } BI = \frac{BK}{Vt}$$

BK = berat kering contoh tanpa ring

Vt = volume tanah dalam ring ($Vt = \frac{1}{4} \pi d^2 t$)

$$\text{Porositas ; } P = \left(1 - \frac{BI}{BP}\right) \times 100\%$$

keterangan: BP = bobot partikel tanah 2,65 g/cm³

Analisis Data secara Statistik. Hasil pendugaan simpanan karbon dan karakteristik/sifat tanah yang telah diperoleh pada akhirnya akan diuji dan dikorelasikan secara statistik dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* 16 (SPSS 16).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Vegetasi

Tabel 3. Karakteristik vegetasi

No	Nama Jenis	Jumlah Individu	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
1	Gmelina	46	31,08	9,615	8,973	49,67
2	Sumpung	2	1,351	3,846	1,269	6,467
3	Mahang	25	16,89	9,615	7,176	33,68
4	Meranti	10	6,757	5,769	9,008	21,53
5	Layung	3	2,027	5,769	3,615	11,41
6	Kapur/Sintok	2	1,351	3,846	0,617	5,814
7	Kopi hutan	3	2,027	1,923	1,101	5,051
8	Simpur	2	1,351	3,846	10,67	15,87
9	Binuang	3	2,027	3,846	4,606	10,48
10	Nyato	7	4,73	3,846	4,137	12,71
11	Geronggang	4	2,703	3,846	1,808	8,357
12	Medang	14	9,459	9,615	3,945	23,02
13	Jelutung	2	1,351	1,923	7,811	11,09
14	Kecapi	5	3,378	5,769	4,477	13,62
15	Perupuk	1	0,676	1,923	2,916	5,514
16	Terentang	1	0,676	1,923	0,859	3,458
17	Langsat hutan	1	0,676	1,923	1,259	3,858
18	Tumih	2	1,351	1,923	3,458	6,733
19	Bintangur	1	0,676	1,923	0,771	3,37
20	Punak	4	2,703	3,846	1,616	8,165
21	Jaring	4	2,703	3,846	4,607	11,16
22	Wayan	1	0,676	1,923	1,866	4,465
23	Jenis 1	2	1,351	3,846	7,38	12,58
24	Jenis 2	1	0,676	1,923	3,62	6,219
25	Jenis 3	2	1,351	1,923	2,43	5,705
Total		148	100	100	100	300

Dari hasil tabel 3 di atas menunjukkan bahwa di hutan sekunder terdapat 25 jenis pohon dengan jumlah sebanyak 148. Jenis pohon yang memiliki kerapatan relatif terbesar adalah gmelina yaitu 31,08%. Hal ini dikarenakan gmelina memiliki jumlah individu terbanyak dibandingkan dengan jenis lainnya. Gmelina memiliki jumlah individu sebesar 46 individu. Hal ini mengindikasikan semakin banyak jumlah individu maka nilai kerapatan jenisnya semakin tinggi, sehingga nilai kerapatan relatifnya juga semakin tinggi.

Jenis yang memiliki frekuensi relatif terbesar adalah gmelina, mahang, dan medang yaitu frekuensi sebesar 1 atau frekuensi relatif sebesar 9,615%. Ketiga jenis ini tersebar sehingga pada setiap plot ditemukan jenis tersebut. Sedangkan untuk jenis lainnya, pola penyebaran vegetasinya berkelompok atau tidak tersebar keseluruhan kawasan.

Untuk dominansi relatif terbesar terdapat pada jenis simpur yaitu 11,029%. Hal ini disebabkan oleh diameter

setiap jenis bervariasi sehingga membuat nilai lbs (luas bidang dasar) bervariasi juga. Semakin besar diameter setiap jenis, semakin besar pula lbs sehingga nilai dominansi atau dominansi relatifnya akan semakin tinggi.

Dengan adanya KR, FR, dan DR maka diperoleh INP (indeks nilai penting) setiap jenisnya. INP merupakan gambaran lengkap mengenai karakter sosiologi suatu spesies dalam komunitas. INP jenis tertinggi berada pada jenis gmelina sebesar 47,114%, mahang sebesar 32,131%, medang sebesar 21,917 %, dan meranti 21,013 %. Dengan kata lain, jenis yang memiliki nilai INP tertinggi tersebut merupakan jenis yang memiliki karakter spesies terbesar dalam komunitas atau pada hutan sekunder tersebut.

Simpanan Karbon

Karbon tersimpan tiap jenis vegetasi dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Simpanan karbon tiap jenis vegetasi

No	Nama Jenis	Karbon (kg)
1	Gmelina	2411,25
2	Sumpung	13,53
3	Mahang	1337,85
4	Meranti	639,71
5	Layung	140,5
6	Kapur/Sintok	5,5
7	Kopi hutan	20,57
8	Simpur	318,81
9	Deluang	181,6
10	Nyatoh	388,71
11	Geronggang	83,08
12	Medang	797,81
13	Jelutung	225,29
14	Kecapi	290,88
15	Perupuk	35,28
16	Terentang	8,59
17	Langsat hutan	13,36
18	Tumih	86,14
19	Bintangur	7,58
20	Punak	73,04
21	Jaring	253,3
22	Wayan	21,05
23	Jenis 1	206,99
24	Jenis 2	45,31
25	Jenis 3	59,45
Total		7665,20

Di lihat dari Tabel 4 di atas, dari 25 jenis vegetasi yang terdapat pada petak penelitian dihasilkan karbon tersimpan sebesar 7665,2 kg. Karbon tersimpan terbesar terdapat pada jenis gmelina yaitu sebesar 2411,25 kg. Hal ini dikarenakan jenis gmelina memiliki nilai kerapatan tertinggi dibandingkan dengan jenis lainnya sehingga berbanding lurus dengan karbon tersimpannya. Semakin banyak gmelina yang ditemukan maka nilai kerapatan dan simpanan karbonnya akan semakin besar.

Berdasarkan Tabel 4 di atas, simpanan karbon terendah dapat terlihat pada jenis kapur/sintok yaitu 5,5 kg. Hal ini dikarenakan jenis ini memiliki jumlah pohon yang sedikit. Selain itu, kapur/sintok juga memiliki diameter setinggi dada (DBH) lebih kecil dibandingkan jenis lainnya. Oleh karena itu, jenis ini memiliki simpanan karbon terendah. Dari data di atas, dapat

dikatakan bahwa kerapatan dan perkembangan vegetasi dapat mempengaruhi simpanan karbon pada vegetasi tersebut.

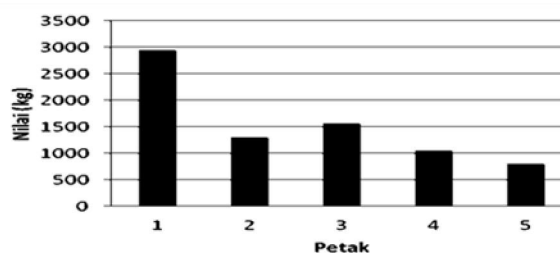
Untuk dapat membandingkan simpanan karbon per petak penelitian maka dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Simpanan karbon pada petak penelitian

Petak	Karbon Tersimpan Tegakan (Kg)	Karbon Tersimpan Tumbuhan Bawah dan Serasah (Kg)	Total Karbon Tersimpan (Kg)
1	2946,94	170,778	3117,72
2	1304,028	131,082	1435,11
3	1562,87	179,807	1742,68
4	1051,87	130,521	1182,39
5	799,485	112,362	911,847
Total (kg)	7.665,2	724,55	8389,75
Total (ton/ha)	38,326	3,623	41,949

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa karbon tersimpan pada tegakan di setiap petak penelitian berbeda-beda dimana pada petak 1 memiliki karbon tersimpan terbesar dibandingkan dengan petak lainnya yaitu 2946,94 kg. Untuk nilai karbon tersimpan terkecil terdapat pada petak 5 yaitu 799,4846 kg/m². Hal ini dikarenakan adanya perbedaan komposisi dan struktur tegakan hutan di masing-masing petak penelitian. Dengan kata lain, pada petak 1 lebih banyak komposisi dan struktur tegakan hutannya dibandingkan petak lainnya. Pada petak 1 memiliki komposisi dan struktur tegakan hutan sebanyak 64 individu, petak 2 memiliki 38 individu, petak 3 memiliki 30 individu, petak 4 memiliki 19 individu, dan petak 5 memiliki 9 individu permudaan pohon.

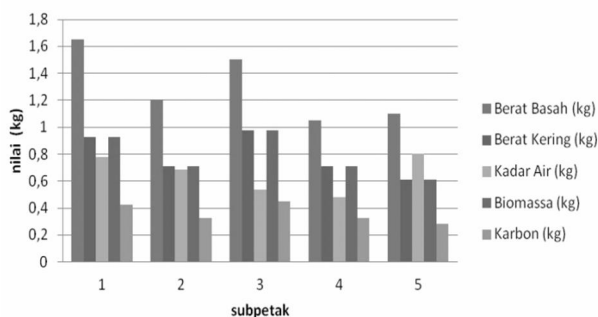
Perbedaan jumlah komposisi dan struktur tegakan pohon per petak ini berdampak pada nilai simpanan karbonnya. Semakin banyak komposisi dan struktur tegakan hutan, maka semakin besar simpanan karbon pada area tegakan tersebut. Dari nilai di atas dapat diperoleh diagram yang menggambarkan karbon tersimpan pada setiap petak. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Karbon tersimpan pada tegakan

Untuk karbon tersimpan pada tumbuhan bawah dan serasah terbesar adalah petak 3 yaitu 179,807 kg. Untuk petak yang memiliki karbon tersimpan terkecil adalah petak 5 yaitu 112,362 kg. Hal ini dikarenakan tumbuhan bawah dan serasah pada petak 3 memiliki berat kering (BK) rata-rata lebih besar dibandingkan dengan petak

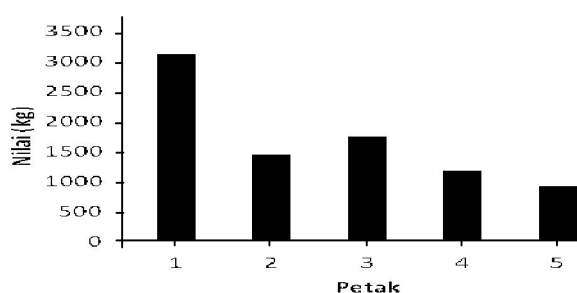
lainnya yaitu 0,977 kg. Untuk petak 1 memiliki 0,928 kg, petak 2 memiliki 0,712 kg, petak 4 memiliki 0,709 kg, dan petak 5 memiliki 0,611 kg. Ketika berat kering (BK) tumbuhan bawah dan serasah semakin besar, maka kadar air (KA) akan semakin kecil sehingga biomassa atau karbon tersimpan akan semakin besar. Begitu sebaliknya, jika berat kering (BK) tumbuhan bawah dan serasah semakin kecil, maka kadar air (KA) akan semakin besar sehingga biomassa atau karbon tersimpan yang dihasilkan akan semakin kecil. Untuk lebih jelas, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram biomassa-karbon tumbuhan bawah dan serasah

Setelah mendapatkan nilai karbon baik tegakan maupun tumbuhan bawah dan serasah, dilakukan penjumlahan antara keduanya untuk mendapatkan nilai total karbon tersimpan tiap petak. Nilai total karbon tersimpan terbesar terdapat pada petak 1 yaitu 3117,72 kg. Setelah petak 1, nilai total karbon tersimpan berturut-turut adalah petak 3 sebesar 1742,68 kg, petak 2 sebesar 1435,11 kg, petak 4 sebesar 1182,39 kg, dan petak 5 sebesar 911,847 kg.

Untuk total karbon tersimpan per ha pada hutan sekunder adalah 41,949 ton/ha dimana 91,36% atau setara dengan 38,326 ton/ha karbon tersimpan pada tegakan dan 8,64% atau setara dengan 3,623 ton/ha karbon tersimpan pada tumbuhan bawah dan serasah. Dari data tersebut menandakan bahwa tegakan pohon memiliki karbon tersimpan lebih besar dibandingkan dengan tumbuhan bawah dan serasah. Semakin banyak tegakan yang terdapat pada petak, maka semakin banyak/tebal tumbuhan bawah atau serasah yang dihasilkan sehingga memungkinkan karbon yang dihasilkan akan semakin besar. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Total karbon tersimpan di setiap petak penelitian

Kualitas Tempat Tumbuh

Derajat Kemasaman (pH). pH merupakan salah satu parameter penting suatu tanaman dapat tumbuh atau tidak. Semakin rendah pH tanah maka semakin sulit tanaman untuk tumbuh karena tanah bersifat masam dan mengandung toksik (racun). Sebaliknya, jika pH tanah tinggi maka tanah bersifat basa dan mengandung kapur. Nilai pH masing-masing petak dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai derajat kemasaman

Petak	pH	Kategori
1	4,50	Masam
2	4,40	Sangat masam
3	4,20	Sangat masam
4	4,00	Sangat masam
5	4,00	Sangat masam
Rata-rata	4,22	Sangat masam

Berdasarkan hasil penelitian dan tabel kriteria penilaian sifat kimia tanah Pusat Penelitian Tanah (1983), terlihat bahwa nilai pH tiap-tiap petak tergolong sangat masam (yaitu $\text{pH} < 4,50$) dan masam (yaitu $\text{pH} 4,5-5$). Petak-petak yang pH-nya tergolong sangat masam adalah petak 2 ($\text{pH} = 4,40$), petak 3 ($\text{pH} = 4,20$), petak 4 ($\text{pH} = 4,00$), dan petak 5 ($\text{pH} = 4,00$). Untuk petak 1, pH-nya tergolong masam yaitu 4,50. Jika dirata-ratakan ke-5 petak penelitian tersebut, diperoleh nilai derajat kemasaman (pH) tanahnya sebesar 4,22 dimana tanah tersebut tergolong sangat masam. Hal ini menandakan pada tanah tersebut ion H^+ lebih tinggi daripada OH^- sehingga unsur hara sulit diserap akar tanaman dan mempengaruhi perkembangan mikro-organisme.

Kapasitas Tukar Kation (KTK). Kapasitas tukar kation menunjukkan kemampuan tanah untuk menahan kation-kation dan mempertukarkan kation-kation tersebut. KTK penting untuk kesuburan tanah maupun untuk genesis tanah. Tanah-tanah dengan kandungan bahan organik atau kadar liat tinggi mempunyai KTK lebih tinggi daripada tanah-tanah dengan kandungan bahan organik rendah atau tanah-tanah berpasir (Hardjowigeno 2007). Berdasarkan data penelitian dan tabel kriteria penilaian sifat kimia tanah Pusat Penelitian Tanah (1983), nilai KTK tanah dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai kapasitas tukar kation (KTK)

Petak	KTK (me/100g)	Kategori
1	16,02	Rendah
2	14,07	Rendah
3	15,24	Rendah
4	18,75	Sedang
5	21,16	Sedang
Rata-rata	17,05	Sedang

Nilai KTK pada petak penelitian tergolong rendah dan sedang dimana pada petak 5 memiliki nilai KTK tertinggi yaitu 21,16 termasuk ke dalam kategori sedang dan petak 2 memiliki nilai KTK terendah yaitu 14,07 termasuk ke dalam kategori rendah. Akan tetapi, jika dirata-ratakan nilai KTK tersebut maka diperoleh nilai

KTK sebesar 17,05 yaitu tergolong ke dalam kategori sedang. Hal ini berbanding lurus antara semakin masam tanah, maka KTK akan semakin rendah sehingga hal ini berdampak pada kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman, begitu sebaliknya. Karena tanah didominasi oleh kation asam, Al, H (kejenuhan basa rendah) sehingga mengurangi kesuburan tanahnya atau tanah kurang mampu menyerap dan menyediakan unsur hara bagi tanaman.

C-Organik, BO, N, C/N Rasio, P, K. Data hasil analisis C-organik, N, C/N rasio, P, dan K dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data hasil analisis C-organik, N, C/N, P, K

Petak	C-organik tanah (%)	BO (%)	N-total (%)	C/N Rasio (%)	P (ppm)	K (me/100gr)
1	1,84 (R)	3,20 (T)	0,17 (R)	10,82 (S)	1,70 (SR)	0,23 (R)
2	2,55 (S)	4,44 (T)	0,23 (S)	11,09 (S)	2,00 (SR)	0,39 (S)
3	2,63 (S)	4,58 (T)	0,26 (S)	10,12 (R)	2,00 (SR)	0,31 (S)
4	3,11 (T)	5,41 (ST)	0,29 (S)	10,72 (S)	1,90 (SR)	0,42 (S)
5	4,15 (T)	7,22 (ST)	0,38 (S)	10,92 (S)	3,50 (SR)	0,36 (S)
Rata-rata	2,86 (S)	4,97 (T)	0,27 (S)	10,73(S)	2,22(SR)	0,34 (S)

Ket : SR (sangat rendah), R (rendah), S (Sedang), T (tinggi), ST (sangat tinggi)

Berdasarkan data hasil analisis di atas, C-organik tanah pada petak penelitian tersebar dari rendah, sedang, dan tinggi. Hal ini berdasarkan kriteria penilaian sifat-sifat kimia tanah pusat penelitian tanah (1983), kandungan C-organik tinggi terdapat pada petak 5 (4,15%) dan petak 4(3,11%), C-organik sedang terdapat pada petak 3(2,63%) dan petak 2(2,55%), dan kandungan C-organik rendah terdapat pada petak 1(1,84%). Jika dirata-ratakan bahwa nilai C-organik tergolong sedang yaitu 2,86%. Hal ini menandakan bahwa pada hutan sekunder tersebut yang diwakili 5 (lima) petak penelitian 5 mengandung C-organik sedang.

Setelah mendapatkan nilai C-organik, maka dapat diperoleh kandungan bahan organiknya dengan cara C-organik dikalikan dengan 1,74. Bahan organik tiap petak penelitian tergolong tinggi dan sangat tinggi dimana petak 5 memiliki bahan organik sangat tinggi yaitu 7,22% dan petak 4 yaitu 5,41%. Sedangkan petak lainnya tergolong tinggi yaitu petak 3 sebesar 4,58%, petak 2 sebesar 4,44%, dan petak 1 sebesar 3,20%. Jika dirata-ratakan bahwa bahan organik yang terkandung pada tanah sebesar 4,97%. Bahan organik ini tergolong tinggi sehingga bahan organik ini dapat dikatakan berbanding lurus dengan nilai KTK yang tercantum pada Tabel 8. Semakin tinggi bahan organik yang terkandung maka semakin tinggi nilai KTK tanahnya.

Berdasarkan Tabel 8 di atas, N-total tanah terbesar berturut-turut terdapat pada petak 5 (0,38%), petak 4(0,29%), petak 3(0,26%), petak 2(0,23%), dan petak 1(0,17%). Akan tetapi secara keseluruhan, jika dirata-ratakan maka diperoleh N-total sebesar 0,27 %. Nilai-nilai ini didapatkan dengan cara menggunakan metode Kjeldhal. Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah pusat penelitian tanah (1983), petak penelitian ini rata-rata tergolong memiliki N-total sedang. Hal ini berbanding lurus dengan kadar bahan organiknya dimana semakin tinggi kadar bahan organik tanah maka makin tinggi kadar N-total tanah. Dengan kata lain, setiap perubahan kadar bahan organik akan merubah kadar bahan N-total.

Untuk nilai C/N rasio tertinggi berturut-turut terdapat pada petak 2(11,09%), petak 5(10,92%), petak 1(10,82%), petak 4(10,72%), dan petak 3(10,12%). Hal ini dikarenakan perbandingan antara C-organik dengan Nitrogen tanah tiap contoh berbeda-beda. Menurut Tisdale dan Nelson (1975) dalam Nurmaulani (2001), ketersediaan N dalam tanah selain ditentukan oleh jumlah N-total tanah, juga berhubungan erat dengan kandungan bahan organik tanah terutama tingkat dekomposisinya (C/N). Jika kandungan karbon yang masuk dalam tanah sebagai bahan organik segar sangat banyak sedangkan jumlah nitrogen relatif sedikit, dan dengan demikian nisbah C/N tinggi. Sebaliknya, Jika kandungan karbon yang masuk dalam tanah sebagai bahan organik segar sangat banyak sedangkan jumlah nitrogen relatif tinggi, dan dengan demikian nisbah C/N rendah. Hal ini disebabkan sebagian N-tersedia digunakan oleh mikroorganisme dalam perombakan bahan organik.

Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah pusat penelitian tanah (1983), C/N rasio pada petak 3 termasuk ke dalam kategori rendah sedangkan pada petak 1, 2, 4, dan 5 termasuk ke dalam kategori sedang. Akan tetapi, jika dilihat keseluruhan maka petak penelitian ini tergolong ke dalam C/N rasio sedang dengan nilai 10,73%.

Unsur fosfor (P) tanah terbesar berturut-turut terdapat pada petak 5(3,50 ppm), petak 2 dan 3(2,00 ppm), petak 4(1,90 ppm), dan petak 1(1,70 ppm). Dari semua nilai yang diperoleh berdasarkan Berdasarkan kriteria penilaian sifat kimia tanah pusat penelitian tanah (1983), unsur P tanah dikategorikan sangat rendah. Hal ini dikarenakan unsur P < 10 ppm sehingga memperlambat pembentukan sel, perkembangan akar tanaman dan sebagainya yang merupakan fungsi dari unsur P. Hal ini sejalan dengan peningkatan pH dapat mengurangi nilai P. Dengan kata lain, pengapuran akan mengurangi nilai P pada tanah-tanah masam dan alkali serta bentuk-bentuk fosfat yang terjadi akibat pemupukan.

Kalium (K) tanah terbesar berturut-turut terdapat pada petak 4(0,42 me/100g), petak 2(0,39 me/100g), petak 5(0,36 me/100g), petak 3(0,31 me/100g), dan petak 1(0,23 me/100g). Secara keseluruhan, diperkirakan bahwa hutan sekunder ini memiliki kandungan K tanah sebesar 0,34 me/100g. Unsur K yang diperoleh dapat dikategorikan ke dalam kategori sedang. Hal ini akan sedikit mempengaruhi pada proses fisiologis dalam tanaman, proses metabolik, penyerapan unsur-unsur hara lain, rentan terhadap kekeringan dan penyakit, dan perkembangan akar.

Jika dilihat keseluruhan baik sifat kimia dan kandungan hara tanahnya, maka status kesuburan tanah termasuk ke dalam kategori rendah. Hal ini dikarenakan kandungan unsur P di dalam tanah sangat rendah sehingga kesuburan tanahnya rendah.

Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah yang diukur adalah bobot isi dan porositas tanah. Nilai pengukuran dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai pengukuran sifat fisik tanah

Petak	Bobot isi (gr/cm ³)	Porositas (%)
1	1,01	61,80
2	1,04	60,80
3	1,19	54,90
4	1,08	59,00
5	1,24	53,30
Rata-rata	1,11	57,96

Bobot isi menunjukkan perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah termasuk volume pori-pori tanah. Nilai bobot isi tiap-tiap petak berturut-turut antara lain petak 1(1,01 gr/cm³), petak 2(1,04 gr/cm³), petak 3(1,19 gr/cm³), petak 4(1,08 gr/cm³), dan petak 5(1,24 gr/cm³). Hal ini sesuai dengan bobot isi pada umumnya yaitu berkisar rata-rata 1,11 gr/cm³. Hal ini menandakan bahwa tanah tersebut kadar liat lebih tinggi daripada pasir. Semakin halus tekstur tanah maka kadar liat akan semakin tinggi kemampuan tanah untuk menyerap air lebih lama karena pori-porinya lebih kecil.

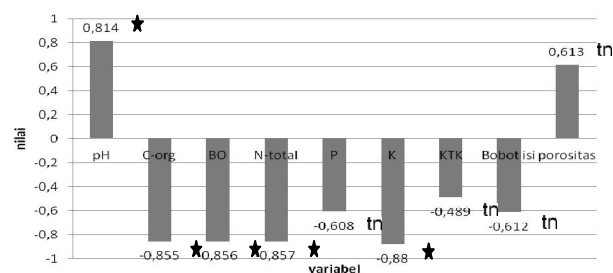
Porositas atau pori-pori tanah sangat menentukan kemampuan tanah dalam menyerap air. Semakin besar pori-pori tanah maka kemampuan tanah menyerap air akan semakin kecil. Atau sebaliknya, semakin kecil pori-pori tanah, maka kemampuan tanah menyerap air akan semakin besar. Berdasarkan tabel 9 di atas, nilai porositas atau pori-pori tanah tertinggi berturut-turut adalah petak 1(61,80%), petak 2(60,80%), petak 4(59,00%), petak 3(54,90%), dan petak 5(53,30%). Hal ini menandakan pori-pori tanah > 50% sehingga pori-pori tanah masih tergolong sedang.

Korelasi antara Karakteristik Tanah terhadap Karbon Tersimpan. Setelah mengetahui nilai total karbon tersimpan dan karakteristik tanahnya, maka dikorelasikan semuanya dengan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences* 16 (SPSS 16). Nilai korelasi ini berfungsi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh antar karakteristik tanah yang diukur dengan nilai total karbon tersimpan pada hutan Sekunder di desa Santu'un kecamatan Muara Uya kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan. Sebelum mengetahui nilai korelasi, terlebih dahulu setiap variabel diketahui rata-rata, standar deviasi, total, minimum, dan maksimum. Nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Karakteristik tempat tumbuh dan simpanan karbon pada hutan sekunder di desa Santu'un kecamatan Muara Uya kabupaten Tabalong, Kalimantan Selatan

No	Variabel	Satuan	Rata-rata	Kisaran
1	C-stock	Kg	1685	911.85 – 3127
2	pH	-	4.22	4.00 – 4.50
3	C-organik	%	2.856	1.84 – 4.15
4	Bahan organik (BO)	%	4.97	3.20 – 7.22
5	N-total	%	0.27	0.17 – 0.38
6	P	ppm	2.22	1.70 – 3.50
7	K	me/100g	0.34	0.23 – 0.42
8	KTK	me/100g	17.05	14.07 – 21.16
9	Bobot Isi	gr/cm ³	1.11	1.01 – 1.24
10	Porositas	%	0.58	0.53 – 0.62

Berdasarkan Tabel 10, jumlah data yang diambil sebanyak 5(lima) petak contoh dengan 10 variabel uji. Nilai-nilai ini berfungsi untuk bisa dilakukan uji korelasi sehingga mengetahui seberapa besar hubungan antara variabel yang mempengaruhi variabel lainnya. Untuk mengetahui nilai korelasinya, dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Korelasi karakteristik tanah terhadap *c-stock*

Berdasarkan Gambar 5 di atas, terdapat 9 karakteristik tanah yang dikorelasikan dengan C-stock antara lain pH, C-organik, bahan organik (BO), N-total, P, K, KTK, bobot isi, dan porositas. Semua karakteristik tanah tersebut memiliki nilai korelasi yang berbeda-beda terhadap karbon tersimpan (*C-stock*). Karakteristik tanah yang memiliki korelasi terhadap karbon tersimpan adalah pH, C-organik, BO, N-total, dan K sedangkan P, KTK, bobot isi, dan porositas tidak mempunyai korelasi terhadap karbon tersimpan. Hal ini dapat dilihat dari nilai korelasi dan tingkat signifikannya.

Nilai korelasi pH terhadap karbon tersimpan sebesar 0,814 dengan tingkat signifikan 0,093. Nilai pH tanah memiliki pengaruh terhadap karbon tersimpan, tetapi tidak secara langsung. Besar kecilnya nilai pH akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Oleh karena ketersediaan unsur hara ini nantinya akan mempengaruhi proses fisiologi tumbuhan. Salah satu proses fisiologis tumbuhan yang akan berpengaruh adalah penyerapan karbon melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, nilai pH pada tingkat tertentu akan menjamin ketersediaan unsur hara sehingga akan dapat meningkatkan karbon tersimpan pada hutan tersebut.

C-organik memiliki nilai korelasi sebesar -0,855 dengan tingkat signifikan 0,065 sedangkan bahan organik memiliki nilai korelasi sebesar -0,856 dengan tingkat signifikan 0,064. C-organik dan bahan organik memiliki pengaruh terhadap karbon tersimpan pada hutan. Salah satu komponen pokok tempat penyimpanan C adalah bahan organik. jumlah C yang tersimpan pada bahan organik kecil dibandingkan jumlah total karbon pada hutan tersebut. Hal ini dikarenakan bahan organik tersebut berada dalam proses pelapukan aktif dan menjadi mangsa serangan jasad mikro sehingga bahan organik tersebut mengalami perubahan secara terus-menerus dan tidak mantap.

Nitrogen tanah memiliki nilai korelasi sebesar -0,857 dengan tingkat signifikan 0,064. Walaupun jumlah ketersediaan N-total dalam tanah sedang, tetapi N-total tetap memiliki pengaruh terhadap merangsang pertumbuhan di atas tanah dan memberikan warna hijau pada daun. Warna hijau daun ini disebut juga dengan klorofil. Klorofil sangat berperan dalam proses

fotosintesis dimana salah satu bahan pembentukan makanan melalui proses tersebut adalah CO₂. N-total yang berlebihan akan sangat merugikan tanaman, diantaranya adalah warna daun menjadi hijau gelap, lemas, mudah rebah, mudah terserang hama dan penyakit, dan sebagainya. Oleh karena itu, ketersediaan N-total yang sedang atau cukup akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan umumnya dan memudahkan penyerapan karbon khususnya melalui proses fotosintesis.

Kalium tanah ini memiliki nilai korelasi terhadap karbon tersimpan sebesar -0,88 dengan tingkat signifikan 0,049. Hal ini sejalan dengan Marschner (1986) dalam Munawar (2011) yang menyatakan bahwa unsur K terlibat dalam banyak proses biokimia dan fisiologi yang sangat vital bagi pertumbuhan dan hasil tanaman, serta ketahanan terhadap cekaman. Selain itu, unsur K esensial dalam fotosintesis karena terlibat di dalam sintesis ATP, produksi dalam aktivitas enzim-enzim fotosintesis (seperti RuBP karboksilase), penyerapan CO₂ melalui mulut daun, dan menjaga keseimbangan listrik selama fotofosforilasi di dalam kloroplas (Havlin *et al.* (2005) dalam Munawar (2011). Kebutuhan unsur K dalam penyerapan karbon tergolong sedikit. Unsur ini diperlukan diantaranya untuk merangsang stomata (mulut daun) terbuka melalui tekanan turgor yang dilakukan dan pembentukan klorofil. Dengan demikian karbon yang terserap agar lebih mudah. Unsur K yang berlebihan tidak dapat merangsang stomata untuk terbuka. Sebaliknya, jika unsur K yang kekurangan maka daun tanaman kelihatan kering dan terbakar sehingga proses fotosintesis akan terganggu. Oleh karena itu, ketersediaan K yang sedang atau cukup akan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan umumnya, dan penyerapan karbon khususnya yang kemudian tersimpan pada vegetasi hutan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Simpanan karbon yang terbesar terdapat pada jenis Gmelina yaitu 2411,25 kg. Hal ini dikarenakan Gmelina memiliki nilai kerapatan atau jumlah individu lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya.
2. Simpanan karbon yang terkandung pada hutan sekunder adalah 41948,75 kg/ha dimana 91,36% atau setara dengan 38326 kg/ha karbon tersimpan pada tegakan dan 8,64% atau setara dengan 3622,75 kg/ha karbon tersimpan pada tumbuhan bawah dan serasah.
3. Berdasarkan data sekunder berupa peta tanah, hutan sekunder termasuk ke dalam klasifikasi tanah *Dystrudepts endoaquepts* dengan berbatuan induk aluvium. Selain itu, setelah melakukan pengujian contoh tanah di laboratorium tanah dan pengaruh hutan, tanah tersebut memiliki pH rata-rata 4,22, C-

organik rata-rata 2.87%, bahan organik rata-rata 4,97%, N-total rata-rata 0.27%, P rata-rata 2.22 ppm, K rata-rata 0,34 me/100g, KTK rata-rata 17,05 me/100g, bobot isi rata-rata 1,11 gr/cm³, dan porositas rata-rata 0,58%.

4. Jika dilihat keseluruhan baik sifat kimia dan kandungan hara tanahnya, maka status kesuburan tanah termasuk ke dalam kategori rendah. Hal ini dikarenakan kandungan unsur P di dalam tanah sangat rendah sehingga kesuburan tanahnya rendah.
5. Dalam uji korelasi antara karakteristik atau kualitas tempat tumbuh terhadap simpanan karbon (*C-stock*) menunjukkan bahwa pH, C-organik, BO, N-total, dan kalium tanah memiliki korelasi atau pengaruh terhadap karbon tersimpan.

Saran

1. Perlu dilakukan pendugaan biomassa dan karbon diberbagai ketinggian atau topografi pada hutan sekunder tersebut.
2. Perlu dilakukan pendugaan biomassa dan karbon pada hutan sekunder lainnya atau penggunaan lahan lainnya.
3. Perlu dilakukan pendugaan korelasi antara karbon tersimpan dengan komponen ekosistem lainnya seperti komponen biotik yaitu mikroba dan abiotik yaitu air, udara, sinar matahari, iklim, suhu, kelembapan, dan kualitas tempat tumbuh lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawajaya, Unibraw, Indonesia.
- Hardjowigeno S. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 1999. Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 tentang Pokok Kehutanan. Jakarta: Kemenhut.
- Munawar A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Bogor: IPB Press.
- Nurmaulani M. 2001. Hubungan antara Komunitas Vegetasi dengan Kesuburan Tanah dan Ketebalan Gambut (Studi Kasus di HPH PT Diamond Raya Timber, Bagan Siapi-api, Riau) [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- [PPT] Pusat Penelitian Tanah. 1983. Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Pertanian dan Tanaman Kehutanan. Bogor: PPT
- Soerianegara I, Indrawan A. 2002. *Ekologi Hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.