

# PENDUGAAN CADANGAN KARBON TAMAN HUTAN RAYA POCUT MEURAH INTAN PROVINSI ACEH

## *Estimation of Carbon Stock in Forest Park Pocut Meurah Intan Aceh Province*

Ismed Ramadhan<sup>1)</sup>, Hairul Basri<sup>2)</sup>, Fauzi Harun<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Wiraswasta, Jln. Rawasakti 6 No 125 Jeulingke Banda Aceh.

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian Unsyiah, Jln. Tgk Hasan Krueng Kalee No 3 Darussalam Banda Aceh 23111

<sup>3)</sup> Sekolah Tinggi Kesehatan Tgk Chik Pantee Kulu Darussalam Banda Aceh

Email: [ismed.ypa@gmail.com](mailto:ismed.ypa@gmail.com)

Naskah diterima 1 Juli 2013, disetujui 28 Agustus 2013

**Abstract :** *The objective of this study was to assess the amount of carbon stock stored in the Forest Park Pocut Meurah Intan, and carbon stocks in each vegetation type in a total area of 6.044 Ha research. The experiment was conducted for 6 (six) months. The study used descriptive method with a sample line system. Variables were carbon stored in the above ground and below ground biomass that consisted of plants, roots, nekromassa form of litter and dead wood and total soil carbon. Spatial analysis using ArcGIS 9.1 software and laboratory analysis of soil samples was conducted at Syiah Kuala University of Faculty of Agriculture using the method incineration. The results showed that the amount of carbon stock of forest parks Pocut Meurah Intan was 657.296,6 ton, which was originated from the primary forest of 469.576,4 ton, Pine Forest of 71.289,4 ton, Mixed Farms of 97.890 ton, shrub vegetation of 14.811,2 ton and Banana gardens of 3.729,6 ton. In population of vegetation types, the higher numbers of tree which have the greater of diameter (dbh), the greater of carbon stocks will be founded.*

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon pada setiap tipe vegetasi dan total karbon pada Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan dengan luas objek penelitian 6.044 Ha. Penelitian dilaksanakan selama 6 (enam) bulan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik penarikan contoh sistem Jalur. Peubah yang diamati adalah kantong karbon tersimpan pada tanaman atas, tumbuhan bawah, akar, nekromasa berupa serasah dan kayu mati serta total karbon tanah. Analisa spasial menggunakan software ArcGIS 9.1 dan analisa sampel dilakukan di laboratorium tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dengan menggunakan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diduga jumlah cadangan karbon taman hutan raya Pocut Meurah Intan sebesar 1.272,488 ton, yang berasal dari vegetasi Hutan Primer 469.576,4 ton, Hutan Pinus 71.289,4 ton, Kebun Campuran 97.890 ton, Semak Belukar 14.811,2 ton dan Kebun Pisang 3.729,6 ton. Besarnya cadangan karbon pada suatu tipe vegetasi dipengaruhi oleh tingginya populasi jumlah pohon yang memiliki diameter (lingkar batang) yang besar.

**Kata kunci:** cadangan karbon, biomasa, Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan.

## PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi fenomena menarik yang sering didiskusikan beberapa tahun belakangan. Perubahan iklim dipicu oleh kegiatan manusia terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar fosil dan kegiatan alih guna lahan. Kegiatan tersebut menghasilkan gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca disebut gas rumah kaca (GRK) yang terakumulasi di atmosfer. Gas-gas tersebut diantaranya karbondioksida (CO<sub>2</sub>), nitroksida (N<sub>2</sub>O), methana (CH<sub>4</sub>). Di Indonesia GRK dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia yang dapat dibedakan atas beberapa hal, yaitu pemanfaatan energi yang berlebihan, kerusakan

hutan, serta pertanian dan peternakan (Panjiwibowo *et al.* 2003).

Dalam konteks kerusakan hutan, meningkatnya laju kerusakan hutan di Indonesia telah menjadi salah satu penyumbang terjadinya perubahan iklim global atau pemanasan global. Berdasarkan data yang dirilis oleh FAO (2007), Indonesia merupakan urutan ke-8 dari sepuluh negara dengan luas hutan alam terbesar di dunia. Dengan laju kerusakan hutan di Indonesia telah mencapai 1,87 juta ha dalam kurun waktu 2000 – 2005.

Sebagai salah satu komponen dari ekosistem daratan, hutan merupakan komponen penyerap CO<sub>2</sub> yang cukup potensial. Pohon-pohon di dalam hutan mengabsorpsi CO<sub>2</sub> selama proses

fotosintesis dan menyimpannya sebagai materi organik dalam biomassa pohon. Brown (1997) mengemukakan bahwa hampir 50% dari biomassa hutan tersusun atas karbon. Hutan yang semakin rusak, karena kejadian alam maupun pembalakan liar akan menambah jumlah GRK. Dalam hal fungsi hutan sebagai penghambat perubahan iklim yang dapat menyerap CO<sub>2</sub> yang diemisikan ke atmosfer menjadi menurun. Dengan demikian, peningkatan laju kerusakan hutan setidaknya akan mengurangi kemampuan hutan dalam menyimpan salah satu jenis GRK, yaitu karbon.

Sejalan dengan meningkatnya populasi manusia dan aktifitasnya, mengakibatkan meningkatnya konsentrasi GRK di atmosfer. Hal ini yang mengakibatkan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi dan perubahan unsur-unsur iklim lainnya. Peningkatan aktivitas manusia dalam rangka memenuhi kebutuhannya secara langsung akan berakibat kepada meningkatnya kebutuhan akan ruang atau lahan. Keterbatasan lahan untuk memenuhi kebutuhan manusia, menyebabkan terjadinya perubahan atau alih fungsi penggunaan lahan seperti konversi hutan menjadi berbagai jenis penggunaan lahan untuk pertanian, perkebunan, hutan tanaman industri, pemukiman serta *illegal logging*. Hal ini secara langsung akan mempengaruhi konsentrasi GRK di atmosfer.

Pelestarian hutan sangat penting untuk mengantisipasi dampak dari GRK. Kabupaten Aceh Besar dan Kabupaten Pidie memiliki Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan yang secara administratif terletak di Kecamatan Lembah Seulawah dan Kecamatan Simpang Beutong dengan luas 6.220 Ha (SK Menhut No. 95/Kpts-II/2001 tanggal 15 Maret 2001). Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan secara geografis terletak antara 05°25'15"- 05°26'30" LU dan 95°45'25" BT. Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan satwa alami (jenis asli) atau buatan, yang dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi.

Primack et al. (1998) menyatakan bahwa konservasi dapat diartikan sebagai upaya perlindungan, perbaikan, dan pemanfaatan sumberdaya alam secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya. Dengan demikian Taman Hutan Raya Pocut Meurah

Intan merupakan bentuk upaya untuk melakukan konservasi suatu kawasan.

Kondisi Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan sudah terganggu. Djufri (2003) melaporkan bahwa areal hutan di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan merupakan tipe hutan hujan tropis pegunungan yang sudah mengalami gangguan. Sekitar 40% vegetasi berupa hutan primer dan selebihnya 60% berupa hutan sekunder yang sedang mengalami suksesi.

Uraian sebelumnya menjelaskan bahwa Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan sangat penting untuk mereduksi karbon di udara. Kemampuan dari Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan dalam mereduksi karbon tersebut dapat di telusuri dengan menduga cadangan karbon Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan. Oleh karena itu penelitian tentang pendugaan cadangan karbon di wilayah Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan sampai saat ini belum pernah dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi karbon pada masing-masing tipe vegetasi di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan dan untuk mengetahui total karbon yang terdapat di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan.

## METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan terletak di gugusan kawasan hutan Seulawah Agam, berjarak 70 Km dari Kota Banda Aceh. Secara administratif, Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan berada dalam wilayah Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar dan Kecamatan Muara Tiga Kabupaten Pidie. Secara geografis berada pada 05°23" - 05° 28 LU dan 95°38" - 95°48" BT. di dominasi vegetasi hutan Primer dan sekunder dan pegunungan *Pinus Merkusii*. Penelitian ini juga dilakukan di laboratorium GIS Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Penelitian ini dilakukan selama 6 (enam) bulan sejak Januari sampai dengan Juni 2013.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah GPS, kompas, pita meter, pita ukur diameter, jangka sorong, hagameter, clinometer, parang, patok, tali rafia, timbangan, kantong plastik, kertas semen, alat bor sampel tanah, palu, gunting, spidol dan blangko pengamatan. Selanjutnya peralatan pendukung lainnya untuk analisis GIS

dilakukan di laboratorium GIS Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

Tahapan penelitian meliputi persiapan dan pelaksanaan penelitian. Persiapan penelitian antara lain pengumpulan data sekunder, pembuatan peta spasial dan pengumpulan referensi terkait. Pelaksanaan penelitian meliputi kegiatan analisis citra, analisa vegetasi, observasi lapangan dan penentuan jumlah karbon vegetasi dominan

Pengumpulan data lapangan dilakukan menggunakan teknik penarikan contoh (teknik sampling) sistem Jalur atau *sistimatic strip sampling with random start*. Tehnik sistem jalur yaitu dengan cara menentukan plot jalur petak 20x20 m sebanyak 3 kali pengulangan dengan jarak antar jalur 100 meter. Pada petak 20 x 20 m tersebut untuk tingkat pohon diukur diameter setinggi dada  $\geq 20$  cm, kemudian di dalamnya dibuat sub plot 10x10 m untuk penghitungan tanaman tingkat tiang (diameter 10 - 19 cm), selanjutnya di dalam 10 x 10 m dibuat lagi sub plot 5 x 5 m untuk tingkat pancang (diameter 2 - 9 cm) dan terakhir, di dalam sub plot 5 x 5 m ada sub plot 2 x 2 m untuk tingkat tumbuhan bawah (diamater  $< 2$  cm)

Selanjutnya sampel yang di ambil di lapangan adalah serbuk kayu pada batang dan cabang masing-masing jenis tanaman sebanyak 10 g dengan cara pengeboran manual . sampel tesebut kemudian di analisa di laboratorium untuk diketahui kandungan persen karbon (%C) dengan menggunakan metode pengabuan. Demikian juga halnya dengan sampel daun tumbuhan bawah dan tanah. Namun pada sampel tumbuhan bawah juga dihitung berat kering dan berat basahnya, termasuk nekromasa (kayu mati dan serasah). Penelitian ini mengklasifikasikan tegakan Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan menjadi 5 jenis tegakan (vegetasi) yaitu tegakan Hutan Primer, Kebun Campuran, Hutan Pinus, semak belukar dan Kebun Pisang. Pengklasifikasin tegakan menggunakan analisa spasial yang menggunakan software GIS 9.1 dari hasil perolehan data lapangan yang menggunakan perangkat *Global Posision System (GPS) GARMIN 76 CSX*.

Untuk menghitung biomasa tanaman bercabang digunakan persamaan allometrik. Kettering (2001), menyatakan bahwa berat kering pada jenis tanaman bercabang dapat dihitung dengan rumus :

$$0.11 p D^{2.62} \dots\dots\dots (1)$$

Selanjutnya untuk tanaman jenis Pinus merkusi (Waterloo, 1995) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$0,0417 D^{2.6576} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk tanaman jenis Pisang (Hairiah et al. 2001) dapatdihitung dengan rumus :

$$0,030 D^{2.13} \dots\dots\dots (3)$$

Pengukuran biomasa tanaman atas dilakukan dengan cara non destruktif yaitu perolehan data ukuran diameter batang (dbh) dikalikan konstanta dan berat jenis kayu, atau digunakan rumus persamaan allometrik tanaman jenis bercabang (Kettering 2001),

$$B = a \times p \times D^2 \dots\dots\dots (4)$$

dimana :B= Biomasa, A= konstanta, B= Konstanta, D= Diameter pohon (cm), H= Tinggi pohon (cm), dan p = Berat Jenis kayu (BJ) g cm<sup>-3</sup>.

Sedangkan mengukur biomasa tumbuhan bawah, nekromasa dan serasah digunakan rumus allometrik ((Hairiah et al. 2001) :

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BK Sub Contoh (g)}}{\text{BB Sub Contoh (g)}} \times \text{Total BB (g)} \dots\dots\dots (5)$$

dimana : BK= Berat kering, BB= Berat Basah, dan (g) = gram.

Untuk menghitung potensi biomasa akar mengacu pada estimasi nisbah akar pucuk (*root shoot ratio*). Nisbah Pucuk Akar ini merupakan nilai perkalian konstanta dengan jumlah biomasa tanaman atas yang sudah diketahui. Untuk wilayah sumatera nilai rasio akar rata-rata 0.24 (IPCC. 2006). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Biomassa bawah tanah} = \text{biomassa atas} \times \text{akar tajuk} \dots\dots\dots (6)$$

Sedangkan untuk menghitung potensi karbon tanah, sampel tanah analisis di laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala untuk diketahui berat kering tanah dan persen karbon tanah dengan metode pengabuan. Rumus yang digunakan pada penelitian ini adalah :

$$\text{Total karbon} = \text{BI} \times \% \text{C} \dots\dots\dots (7)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tutupan Lahan

Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan dengan luas 6.220 Ha memiliki 5 (lima) model tutupan lahan dominan. Dari luas total Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan tersebut, hanya 6.044 Ha yang diamati. Sisanya seluas 176 ha merupakan areal fungsi lain yang tidak masuk dalam areal penelitian.

### Biomasa

Hasil penghitungan total biomasa pada Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan provinsi Aceh sebesar 751.808,4 Ton. Jumlah tersebut tersimpan pada vegetasi hutan primer, kebun campuran, hutan pinus, kebun pisang dan semak belukar (Tabel 1,2,3,4,5)

Tabel 1. Potensi Biomasa Hutan Primer Tahura Pocut Meurah Intan

Kelompok Sampel	Biomasa (Ton/Ha)	
	Dugaan	Rata2±Stdev
Pohon	80.0	331±171
Tiang	30.0	80±20
Pancang	3.1	7.38±1.28
Tumbuhan Bawah	0.5	2.90±1.76
Nekromasa	37.3	78.58±3.86
Serasah	3.1	22.45±16.21
Total Akar	26.1	98.17±57.83
Total	180.03	

Tabel 2. Potensi Biomasa Kebun Campuran Tahura Pocut Meurah Intan

Kelompok Sampel	Biomasa (Ton/Ha)	
	Dugaan	Rata2±Stdev
Pohon	42.2	21.02±105.5
Tiang	7.2	7.67±22.19
Pancang	0.8	(0.19)±1.53
Tumbuhan Bawah	0.2	2.03±2.55
Nekromasa	4.7	(1.42)±8.12
Serasah	0.4	2.33±3.17
Total Akar	26.1	(6.65)±45.63
Total	81.60	

### Cadangan Karbon

Berdasarkan hasil penghitungan, pendugaan cadangan karbon Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan Provinsi Aceh sebesar 657.296,6 Ton. Jumlah total karbon berasal dari karbon yang tersimpan di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah (Tabel 6).

Tabel 3. Potensi Biomasa Hutan Pinus Tahura Pocut Meurah Intan

Kelompok Sampel	Biomasa (Ton/Ha)	
	Dugaan	Rata2±Stdev
Pohon	41.7	78.66±162.0
Tiang	9.3	5.63±24.02
Pancang	1.8	(0.59)±3.07
Tumbuhan Bawah	0.4	1.82±2.68
Nekromasa	18.5	(4.02)±33
Serasah	0.6	4.34±5.66
Total Akar	10.6	33.63±43.91
Total	82.90	

Tabel 4. Potensi Biomasa Semak Belukar Tahura Pocut Meurah Intan

Kelompok Sampel	Biomasa (Ton/Ha)	
	Dugaan	Rata2±Stdev
Pohon	3.6	(1.54)±5.76
Tiang	4.2	(1.78)±6.66
Pancang	4.1	(1.13)±7.21
Tumbuhan Bawah	0.1	4.44±4.72
Nekromasa	3.7	(0.19)±7.37
Serasah	0.3	1.20±1.96
Total Akar	1.6	1.30±4.54
Total	17.60	

Tabel 5. Potensi Biomasa Kebun Pisang Tahura Pocut Meurah Intan

Kelompok Sampel	Biomasa (Ton/Ha)	
	Dugaan	Rerata±Stdev
Pohon	-	0
Tiang	0.2	3.06±3.50
Pancang	0.1	0.18±0.30
Tumbuhan Bawah	0.1	1.39±1.53
Nekromasa	22.4	(3.88)±41.04
Serasah	0.2	3.30±3.86
Total Akar	0.0	1.15±1.24
Total	22.97	

## Potensi Karbon

Pendugaan cadangan karbon pada hutan primer sebesar 469.576,4 Ton atau 151,8 Ton/Ha. Hasil tersebut hasil pengolahan data kadar C organik tanaman atas 68,70%, serasah/nekromasa 34,30% dan karbon tanah sebesar 1,45%. Sedangkan untuk vegetasi Kebun campuran yang antara lain didominasi tanaman Kemiri (*Aleurites moluccana*), Sengon (*Paraserianthes Falcataria*) memiliki potensi karbon sebesar 97.890 Ton atau 75,3 Ton/Ha. Syam'ani et al (2012) menulis dalam hasil penelitiannya di sub-sub DAS amandit Banjar Masin bahwa potensi karbon yang terdapat pada kebun campuran sebesar 70.4296 dan 80.6581 Ton/Ha.

Tabel 6. Cadangan Karbon Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan

Vegetasi Dominan	Potensi Karbon (t ha <sup>-1</sup> )	Luas Areal (ha)	Cadangan Karbon (t)
Hutan Primer	151.8	3.094	469.576,4
Kebun Campuran	75.3	1300	97.890,0
Hutan Pinus	8.867	904	71.289,4
Semak Belukar	23.66	626	14.811,2
Kebun Pisang	31.08	120	3.729,6
<b>Total</b>			<b>657.296,6</b>

Potensi cadangan karbon pada vegetasi Hutan Pinus (*Pinus merkusii*) berjumlah 71.289,4 Ton, atau berjumlah 78,86 Ton/Ha. Cadangan karbon tertinggi terdapat pada kantung simpan (carbon pool) sampel tingkat pohon sebesar 49.8%, kemudian sumbangan dari bahan organik tanah 21.8%, diikuti oleh karbon akar 13.7%. Sedangkan kantung-kantung penyimpanan karbon lainnya hanya menyumbang di bawah 6%. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan peneliti sebelumnya pada vegetasi yang serupa bahwa cadangan karbon di atas permukaan tanah (pohon, tiang, pancang, tumbuhan bawah dan serasah/kayu mati) pada tegakan homogen Pinus (*Pinus merkusii*) yang berumur 14-24 tahun minimal memiliki karbon tersimpan besaran 74,6 Ton/Ha (Nurmasripatin, 2010).

Sedangkan potensi karbon pada Semak belukar 14,811,2 Ton atau 23.6 Ton/Ha. Perolehan potensi karbon tersebut merupakan hasil analisa laboratorium dengan menggunakan metode pengabuan setiap sampel tanah pada vegetasi semak belukar, lapisan tanah 0-20 cm memiliki cadangan karbon sebesar 12,7 Ton/Ha, diikuti sampel tingkat pancang 2,8 Ton, cadangan pada akar sebesar 1,1 Ton, kemudian tumbuhan bawah 0,1 Ton dan pada kantung penyimpanan (*carbon pool*) tingkat tiang, nekromasa, tingkat pohon dan serasah, masing-masing 2,8, 1,6, 2,5 dan 0,1 Ton perhektarnya. Herry (2011) pada penelitiannya di hutan adat lekuk 50 Tumbi Kabupaten Kerinci Provinsi Jambi melaporkan bahwa potensi cadangan karbon semak belukar 18,12 Ton/Ha.

Kemudian untuk potensi karbon pada Kebun Pisang sebesar 3.730 Ton atau 31,1Ton/Ha. penyumbang tertinggi cadangan karbon adalah pada kelompok sampel tanah atau 18,5 Ton/ha. Selanjutnya diikuti oleh nekromasa (potensi kayu mati) bekas tebangan yang disusun di pinggiran kebun sebagai penghambat hama pada pagar kebun. Kedua bagian kantung penyimpanan cadangan karbon ini sebenarnya diluar dari struktur tanaman atas jenis vegetasi kebun pisang. Namun menyumbang cadangan karbon yang nyata dan mayoritas. Ini diduga karena pohon pisang sebagai salah satu sampel yang di uji di laboratorium dengan metode pengabuan, memiliki persen kandungan karbon yang tinggi, tetapi menyimpan biomasa yang relatif sangat kecil. Hal ini disebabkan oleh tanaman pisang merupakan jenis tanaman bukan kayu yang berumur maksimal 2 tahun dan kembali mengalami peremajaan setelah dipanen.

Syamsuddin (2009) menyatakan bahwa rata-rata jumlah karbon tersimpan pada kebun masyarakat, tertinggi yaitu sebesar 11,73 Ton/ha dan terendah sebesar 2,01 Ton/ha dengan populasi dominan adalah jenis tanaman pisang (*Musa paradisiaca*).

## SIMPULAN

Total karbon yang tersimpan pada Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan adalah berjumlah 657.296,6 Ton, yang secara rinci diterangkan jumlah karbon tertinggi terdapat pada tipe vegetasi hutan primer yaitu berjumlah 469.576,4 Ton, diikuti oleh hutan Pinus (*Pinus merkusii*) 71.289,4 Ton, kebun campuran 97.890 Ton, kemudian vegetasi semak belukar

dengan jumlah 14.811,2 Ton dan yang terendah adalah kebun pisang dengan cadangan sebesar 3.730 Ton.

Jumlah karbon per hektar pada masing-masing tipe vegetasi adalah Hutan primer 151,8 ton/ha, Hutan campuran 75,3 ton/ha, Hutan pinus 78,9 ton/ha, Semak belukar 23,7 ton/ha dan Kebun pisang 31,1 ton/ha.

Besarnya cadangan karbon pada suatu tipe vegetasi dipengaruhi oleh tingginya jumlah pohon yang memiliki diameter (lingkar batang) yang besar. Sehingga penebangan pohon untuk diambil potensi kayunya akan menurunkan jumlah karbon tersimpan pada suatu tipe vegetasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brown, 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. A Primer. FAO Paper 134: p. 10-13.
- Djufri. 2003, Natural food monitoring of Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatraensis*) in Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah, Aceh Besar. [disertasi].
- FAO. 2007. State of the world's forest 2007. Rome: FAO
- Hairiah K, Noordwijk MV, Sitompul SM, Palm C. 2001. Methods for sampling carbon stock above and below ground. Bogor: ICRAF Southeast Asian Regional Programme.
- Harry, T. 2011. Pendugaan Perubahan Cadangan Karbon Hutan Adat Kerinci Seblat, Jambi. Institut Pertanian Bogor.
- IPCC. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories, Prepared by the national greenhouse gas inventories programme.
- Eggleston H.S., Buendia, L., Miwa, K, Ngara, T, and Tanabe, K. (eds). Japan: Published IGES.
- Kettering, Q.M., Coe, R, Van Noorwijk, M., Ambagau, Y. AndPalm, C. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equation for predicting above ground tree biomass in mixed secondary forest. *Forest Ecology and management* 146: p. 199-209
- Nurmasripatin. 2010, Cadangan Karbon Pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman Di Indonesia, BALITBANG Kementerian Kehutanan, Bogor.
- Panjiwibowo C, Soejachmoen MH, Tanujaya O, Rusmantor W. 2003. Mencari pohon uang: CDM kehutanan di Indonesia. Jakarta: Yayasan Pelangi.
- Primack, R.B., J. Supriatna, M. Indrawan, dan P. Kramadibrata. 1998. Biologi Konservasi. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Syam'ani, Arfa AR. Susilawati, Yusanto N. 2012. Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan Di Sub-sub DAS Amandit. Banjar Baru.
- Syamsuddin, M. 2009. Potensi Simpanan Karbon Berdasarkan Struktur Tinggi Tanaman Pola-Pola Agroforestry di Kecamatan Tinggimoncong dan Parigi Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Makasar
- Waterloo, M.J, 1995. Water and nutrient dynamics of pinus *Caribea* plantation forest on former grassland soils in southwest vitilevu, Thesis, Vrije Universiteit, Amsterdam, the Netherland.