

ANALISIS PENYIMPANAN BIOMASSA KARBON PADA LAHAN HUTAN SEKUNDER DAN PERTANIAN DI KECAMATAN LEMBAH SEULAWAH KABUPATEN ACEH BESAR.

Rosmalia

Konservasi Sumber Daya Hutan, STIK Pante Kulu, Banda Aceh
e-mail: rasliadini@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to know the ability of biomass carbon storage above and below ground level in the system of forestry and agriculture to know the changes in biomass carbon that results from changes in land use, forest with an area of 1020 ha research object. This research was carried out during 3 (three) months. This research method using destructive sampling technique system of quadrants. The observed variables are C-organic carbon stored in soils and different types of land use. The analysis of samples carried out in the laboratory analysis of Soil Faculty of Agriculture University of Syiah Kuala Balai and laboratory study of agricultural technology, Banda Aceh. The results showed that the number of the largest carbon reserve in the followed forestry of 241,36 ton/ha, and agriculture 6,62 ton ha, The magnitude of the carbon deposits and deposits of soil organic matter on a farm is affected by high population.

Keywords : Biomass carbon, soil organic-C, forestry , agriculture Valley of Seulawah

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyimpanan biomassa karbon atas maupun bawah permukaan tanah dan untuk penyimpanan biomassa karbon pada lahan hutan dan pertanian, dengan luas objek penelitian 1020 ha. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan. Penelitian ini menggunakan metode allometric dengan menggunakan rumus $W = aDb$ (Brown 1997) pada lahan hutan dan pertanian menggunakan metode destruktif, C organik tanah menggunakan metode Walkley dan Black. Analisa sampel dilakukan di laboratorium Analisa Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Banda Aceh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah cadangan karbon terbesar terdapat pada lahan hutan sebesar 241,36 ton/ha, dan lahan pertanian sebesar 6,62 ton/ha. Besarnya cadangan karbon dan kandungan bahan organik tanah pada suatu lahan dipengaruhi oleh tingginya populasi.

Kata kunci: Biomassa karbon, C organik tanah, lahan kehutanan, pertanian Lembah Seulawah

Pendahuluan

Indonesia memiliki berbagai macam penggunaan lahan, mulai dari yang paling ekstensif seperti hutan sekunder, agroforestry kompleks, hingga paling intensif system pertanian semusim monokultur, dan merupakan negara tropis yang memiliki

tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi juga termasuk kedalam delapan negara mega biodiversitas di dunia (Heriyantoet al., 2004).Perubahan iklim terjadi karena proses alam baik secara internal maupun eksternal dan ulah manusia yang terus menerus merubah komposisi atmosfer dan tata guna

lahan. Sejumlah bukti baru dan kuat yang muncul dari berbagai studi mutakhir memperlihatkan factor antropogenik, terutama industrialisasi yang berkembang cepat selama 50 tahun terakhir, telah menyebabkan pemanasan global secara signifikan (BPPP 2011).

Kecamatan Lembah Seulawah merupakan salah satu wilayah yang terdapat di Aceh Besar terletak pada 5,20° - 5,8° Lintang Utara dan 95,0° - 95,8° Bujur Timur dengan ketinggian 700 m permukaan laut (dpl), memiliki kesuburan tanah yang sangat bagus.

Namun sejauh ini belum pernah dilakukan penelitian untuk mendapatkan informasi mengenai C tersimpan pada penggunaan lahan hutan sekunder dan pertanian di Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar

Metode

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode destruktif. Dengan menentukan sampel tanaman. Pohon yang dipilih sebanyak 6 pohon yang merupakan pohon-pohon yang mewakili populasi tegakan dari jenis yang terdapat di Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Pemilihan pohon sampel dan jenis-jenis dominan tersebut dilakukan secara purposive sampling. Pohon-pohon jenis dominan yang dijadikan sampel adalah pohon yang normal dan merupakan kondisi rata-rata dari jenis pohon yang bersangkutan. Menghitung C organik tanah menggunakan metode Walkey dan Black.

Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan berdasar orientasi lapangan dan penentuan lokasi penelitian massa karbon pada lahan hutan sekunder dan lahan pertanian di kebun rakyat Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Survey potensi massa karbon tegakan untuk mengetahui potensi massa karbon pohon per

hektar pada berbagai umur tegakan, penentuan pohon-pohon sampel, Pengumpulan data di lapangan dari pohon sampel. Sedangkan pelaksanaan kegiatan di lapangan dilakukan dengan cara menentukan terlebih dahulu jenis penggunaan lahan yang akan diukur, lahan hutan sekunder dan lahan pertanian. Membuat plot contoh pengukuran (transek pengukuran), hutan sekunder plot ukuran 100 x 100m, dan lahan lahan pertanian 40 x 40 m, Mengukur biomasa pohon dengan pengukuran diameter pohon. Catat nama setiap pohon, dan ukurlah diameter batang setinggi dada (dbh = diameter at breast height) = 1,3 m dari permukaan tanah. Pengambilan plot sampel diambil secara acak yang mewakili kondisi kebun kemasyarakatan. Teknik Pengambilan Bahan Uji Laboratorium di Lapangan

Sampel diambil dari masing-masing bagian pohon sampel yakni bagian batang utama, cabang, ranting, dan daun dengan tiga kali ulangan. Sehingga jumlah sampel bahan uji sama dengan 6 x 4 x 3 buah atau berjumlah 72 sampel, yang terdiri dari 18 sampel batang utama, 18 sampel batang cabang, 18 sampel ranting dan sampel daun

Pengambilan sampel bahan dan uji laboratorium

Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan secara langsung di lapangan yaitu meliputi data diameter batang utama dan tinggi tanaman, berat basah dari batang, cabang, ranting dan daun. Sedangkan pengumpulan data sekunder seperti sejarah lahan, produktivitas dan luas lahan diperoleh dari petani, Dinas terkait dan literatur, yakni berupa peta lokasi penelitian. Keadaan lapangan yang meliputi topografi, tanah, geologi dan iklim. Keadaan hutan yang

meliputi hutan sekunder, agroforestry kakao dengan menggunakan naungan, kebun kakao tanpa naungan dan tanaman semusim.

Pengambilan Data Primer Pegukuran C organic tanah

Karakterisasi tanah dari setiap lahan yang dipilih sebagai plot contoh dilakukan dengan mengambil contoh tanah. Tahapan pengambilan tanah di lapangan dilakukan dengan cara mengambil contoh tanah menggunakan cangkul pada sub plot utama dengan ukuran 200 m², contoh tanah diambil dengan kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Masukkan contoh tanah per kedalaman dari dua titik contoh pengambilan kedalam ember dan campuran sebanyak 1 kg masukkan dalam plastik dan beri label. Kering anginkan, tumbuk dan ayak dengan ayakan berukuran lubang pori 2 mm

Pengumpulan Data Pohon Sampel

Tahapan pengukuran biomassa di lapangan menghitung kandungan karbon kakao meliputi batang, cabang, ranting dan daun serta tanaman pelindung atau naungan. Mengukur biomasa tanaman pada suatu lahan. Mengukur konsentrasi C tanaman di laboratorium

Analisis Data di Laboratorium

Berat Jenis

Contoh uji berat jenis kayu berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pengukuran berat jenis kayu dilakukan dengan tahapan kerja. Menimbang contoh uji dalam keadaan basah untuk mendapatkan berat awal. mengukur volume contoh uji: contoh uji dicelupkan dalam parafin, lalu dimasukkan kedalam tabung erlenmayer yang berisi air sampai contoh uji berada di bawah permukaan air. Berdasarkan hukum Archimedes volume sampel adalah besarnya volume air yang dipindahkan oleh contoh uji. Kemudian contoh uji dikeringkan dalam tanur selama 24 jam dengan suhu 103° C dan ditimbang untuk mendapatkan berat keringnya.

Bila pohon yang diukur belum ada dalam daftar BJ kayu, maka tetapkan berat jenis (BJ) kayu dari masing-masing jenis pohon dengan cara memotong kayu dari salah satu cabang, lalu ukur panjang, diameter dan timbang berat basahnya. Masukkan dalam oven, pada suhu 100 C (derajat) selama 48 jam dan timbang berat keringnya.

Kadar Air

Uji kadar air dari batang utama dan cabang yang berdiameter > 5 cm dibuat dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5cm. Sedangkan uji dari bagian daun, ranting kecil (berdiameter 3,2 cm) masing-masing 100 gram. Cara pengukuran kadar air contoh uji adalah contoh uji ditimbang berat basahnya.

Contoh uji dikeringkan dalam tanur 103oC sampai tercapai berat konstan, kemudian dimasukkan kedalam desikator dan ditimbang berat keringnya. Penurunan berat contoh uji yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur adalah kadar air contoh uji.

Kadar Zat Terbang

Penentuan kadar zat terbang menggunakan standar American Society for Testing Material (ASTM). Prosedurnya adalah Sampel dari setiap bagian pohon berkayu dicacah menjadi bagian-bagian kecil, sedangkan sampel bagian daun dicincang. Sampel kemudian dioven pada suhu 80 oC selama 48 jam. Sampel digiling menjadi serbuk dengan mesin penggiling (willey mill), serbuk hasil gilingan disaring dengan alat penyaring (mesh screen) berukuran 2 mm.

Serbuk dengan ukuran 40-60 mesh dari contoh uji sebanyak ± 2 gr, dimasukkan kedalam cawan porselin, kemudian ditutup rapat dengan penutupnya, dan ditimbang dengan alat timbangan Sartorius. Contoh uji dimasukkan kedalam tanur listrik bersuhu 950 oC selama 2 menit, kemudian cawan berisi contoh uji tersebut didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar zat terbang

merupakan selisih berat awal dan berat akhir yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering contoh uji.

Kadar Abu

Kadar abu adalah menentukan jumlah abu yang tertinggal (mineral yang tidak dapat menguap) dengan membakar serbuk menjadi abu dengan menggunakan energi panas. Prosedur penentuan kadar abu adalah sisa contoh uji dari penentuan kadar zat terbang dimasukkan kedalam tanur listrik bersuhu 750 °C selama 6 jam. Selanjutnya dinginkan dalam desikator dan kemudian ditimbang untuk mengetahui beratnya. Berat akhir (abu) yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur contoh uji merupakan kadar abu contoh uji. Pengukuran kadar abu terhadap sampel dari tiap bagian pohon dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.

Biomassa lahan hutan sekunder

Untuk menaksir potensi pohon sebagai penyerap dan penyimpan karbon, dibutuhkan penaksiran (estimasi) biomassa pohon. Penggunaan rumus allometric sederhana yang dapat mewakili berbagai jenis pohon yang tumbuh di hutan alami dari berbagai negara dapat digunakan untuk mengurangi kerusakan hutan selama pengukuran. Biomassa pohon di lahan agroforestry biasanya ditaksir dengan menggunakan rumus allometric sederhana yang dikembangkan oleh Ketterings (2001): $y = a \rho D^b$

Dimana: a = intersepsidengansumbu Y;

b= koefisienarah;

ρ = BJ kayu (g cm³);

D= DBH (cm).

Peubah yang diamati lahan hutan sekunder, dan lahan pertanian. Kelompok Tani (KT) di kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar antara lain, Analisis kualitas tanah, untuk perhitungan karbon tanah diambil contoh tanah pada tiap plot sebanyak 3 ulangan, yaitu : C organik tanah, dimana pada tiap contoh tanah ini dilakukan pengukuran berat tanah, volume dan

kandungan karbon tanah. Tanah diambil pada setiap titik contoh dengan 2 kedalaman: 0-10 cm, 10-20 cm.

Kadar Karbon

Penentuan kadar karbon contoh uji dari tiap-tiap bagian pohon menggunakan Badan Standar Nasional (BSN), yakni kadar karbon contoh uji merupakan hasil pengurangan 100% terhadap kadar zat terbang dan kadar abu. Kandungan karbon pohon meliputi batang, cabang, ranting dan daun serta tanaman pelindung atau naungan.

Metode Pengolahan Data

Hitung volume dan BJ kayu

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = \pi R^2 T$$

Dimana:

$$\pi = 3,14$$

R = jari-jari potong kayu = 1/2 x Diameter (cm)

T = panjang kayu (cm)

Berat jenis (BJ) kayu

$$BJ = \frac{\text{Berat kering (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Persen Kadar Air

$$\% KA = \frac{(BBC - BKc)}{BKc} \times 100\%$$

% KA : Persen Kadar Air. BBC = Berat Basah Contoh (g). BKc : Berat Kering Contoh (g)

Berat Kering

$$BK = \frac{BB}{(1 + ((\%Ka)/100))} \dots\dots\dots$$

.....(Haygreen dan Bowyer 1982)

BK : Berat Kering (g). BB : Berat Basah (g). % KA : Persen Kadar Air

Penentuan Kadar Zat Terbang

$$\text{Kadar zat terbang} = \frac{\text{Kehilangan berat contoh}}{\text{Berat contoh uji bebas air}} \times 100 \dots\dots\dots(\text{ASTM 1990})$$

6. Penentuan Kadar Abu

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Sisa Contoh Uji}}{\text{Berat Contoh uji Bebas air}} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{ASTM 1990})$$

7. Penentuan Kadar Karbon

$$\text{Kadar Karbon} = 100\% - \text{Kadar Zat Terbang} - \text{Kadar Abu}$$

Karbon tersimpan

$$\%C \times \text{biomassa} \dots\dots\dots(\text{Ketterings 2001}).$$

Hasil dan Pembahasan

Penggunaan lahan Kecamatan Lembah Seulawah Kecamatan Lembah Seulawah memiliki luas sebesar 12.788 ha, dengan luas lahan hutan 1000 dan lahan pertanian 20 ha serta Taman Hutan Raya Pocut Meurah Intan seluas 6.220 ha (BPS 2010) yang tersebar di desa-desa yang ada di Kecamatan Lembah Seulawah. Berdasarkan kondisi morfologis, Kecamatan Lembah Seulawah Sebagian besar berupa daerah perbukitan dan mayoritas lahannya dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Yang menjadi objek penelitian adalah perkebunan kakao yang dikelola secara agroforestri, dan monokultur.

Karbon Organik Tanah

Pengukuran C organik tanah yang dilakukan pada berbagai tipe penggunaan lahan di Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar meliputi lahan hutan sekunder, dan lahan pertanian.

Rata-rata hasil analisis sampel tanah terhadap kandungan C organik pada lahan hutan sekunder dan pertanian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan C organik tanah pada lahan lahan hutan sekunder dan lahan pertanian.

No	Penggunaan lahan	C organik tanah (%)	
		0-10 cm	10-20cm
1	Hutansekunder	3,86	2,96
2	Pertanian	1,40	1,04

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa rata-rata C organik dalam tanah pada lahan bervariasi, dengan nilai berkisar antara 3,86% – 1,04%.

Sifat Fisik dan Kimia Bagian Pohon Berat Jenis

Berat jenis kayu diperoleh dari perbandingan antara berat suatu volume kayu tertentu dengan volume air yang sama pada suhu standar. Tabel berat jenis kayu pada

lahan hutan sekunder dan pertanian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata berat jenis tanaman pada berbagai tipe penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Berat jenis (g/cm ³)		
		Batang	Cabang	Ranting
2	Hutansekunder	0,70	-	-
3	pertanian	-	-	-

Kadar Air

Kadar air merupakan berat air yang terdapat di dalam kayu yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanur. Pohon sebagai tumbuhan membutuhkan air untuk proses metabolisme. Air diserap oleh akar Bersama unsur hara yang dibutuhkan, air yang dikandung dalam kayu diekspresikan dalam bentuk persen kadar air. Hampir semua air yang digunakan tanaman diambil oleh sistem perakaran, dimana gerakan air cenderung lebih cepat bila potensi dalam tanah tinggi dan tanah memiliki ketersediaan air yang melimpah (Daniel et al 1987).

Tabel 7. Rata-rata kadar air tanaman pada hutan sekunder dan pertanian

No	Penggunaan lahan	Kadar air tanaman (%)			
		Batang	Cabang	Ranting	Daun
1	Hutansekunder	62,27	-	-	-
2	pertanian	59,80	-	-	70,90

Kadar Zat Terbang

Zat terbang menunjukkan kandungan zat-zat yang mudah menguap dan hilang pada pemanasan 950 °C yang tersusun dari senyawa alifatik, terpena dan fenolik. Tabel 8 menunjukkan rata-rata kadar zat terbang terendah terdapat pada lahan hutan sekunder bagian batang yakni sebesar 37,70%. Sedangkan kadar zat terbang terbesar terdapat pada bagian daun lahan pertanian yaitu 70,75%.

Tabel 8. Rata-rata kadar zat terbang pada berbagai penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Kadar zat terbang (%)			
		Batang	Cabang	Ranting	Daun
1	Hutan Sekunder	37,70	-	-	-
2	Pertanian	70,75			70,75

Kadar Abu

Kadar abu adalah kadar oksida logam yang tersisa pada pemanasan tinggi, yang terdiri dari mineral-mineral terikat kuat pada arang seperti kalsium, kalium dan magnesium. Abu adalah sisa dari pembakaran bahan yang mengandung bahan-bahan anorganik. Hasil kadar abu tanaman pada berbagai tipe penggunaan lahan dapat dilihat pada lampiran 7 (e).

Tabel 9. Rata-rata kadar abu pada berbagai penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Kadar abu (%)			
		Batang	Cabang	Ranting	Daun
2	Hutan Sekunder	1,75			
3	Pertanian	4,00			4,00

Kadar karbon

Besarnya kadar karbon ditentukan oleh besarnya nilai kadar zat terbang dan kadar abu. Persentase kadar zat terbang dan kadar abu pada cabang, ranting, daun dan akar yang lebih tinggi dari pada batang menjadikan kadar karbon pada batang menjadi lebih tinggi dibandingkan bagian pohon yang lain. Rata-rata kadar karbon pada lahan agroforestri dan monokultur kakao disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Rata-rata kadar karbon pada berbagai tipe penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Kadar karbon (%)			
		Batang	Cabang	Ranting	Daun
1	Hutan Sekunder	1,75			
2	Pertanian	20,00			19,67

Biomassa Tanaman

Secara umum peningkatan kelas diameter setinggi dada (Dbh) akan meningkatkan biomassa beberapa bagian pohon. Proporsi biomassa merupakan persentase besarnya biomassa pada bagian pohon terhadap biomassa total tanaman (Yuniawati 2011).

Tabel 12. Rata-rata biomassa tanaman pada berbagai tipe penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Biomassa karbon (ton/ha)			
		Batang	Cabang	Ranting	Daun
1	Hutan Sekunder	549,60			
2	Pertanian	1,64			1,64

Tabel 12 menunjukkan biomassa terbesar terdapat pada tanaman bagian batang lahan hutan sekundernya itu sebesar 549,60 kg sedangkan biomassa dengan proporsi terkecil terdapat pada bagian daun lahan pertaniannya kini sebesar 1,64 kg.

Kandungan Karbon Atas permukaan Tanah

Kandungan karbon bagian tanaman pada lahan agroforestri dan monokultur kakao disajikan pada tabel 15.

Tabel 15. Kandungan karbon bagian tanaman pada lahan agroforestri dan monokultur kakao

No	Penggunaan lahan	Biomassa (ton)	Persen C (%)	Luas lahan (ha)	Kandungan C (ton)
1	Hutan Sekunder	549,60	60,15	1000	241,36
2	Pertanian	3,28	18,27	20	2,31
Total					243,67

Tabel 15 menunjukkan kandungan karbon hutan memiliki kapasitas serapan karbon yang jauh lebih besar pada sistem lahan hutan sekunder dibandingkan pertanian. Hal ini disebabkan oleh kerapatan/vegetasi lahan hutan sekunder sangat tinggi, sebaliknya pada sistem yang tidak dibarengi dengan tanaman pelindung seperti tanaman semusim lahan pertanian, pengikatan karbonnya lebih rendah. Namun demikian semakin besar tanaman pada lahan hutan sekunder biomassa semakin meningkat dan daya tampung karbon semakin tinggi.

Kandungan Karbon bawah permukaan Tanah

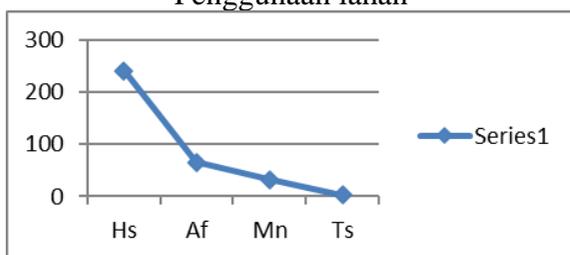
Tabel 16. Rata-rata kandungan C organik tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan

No	Penggunaan lahan	Kedalaman tanah		C organik (ton)
		0cm – 10 cm	10cm – 20 cm	
1	Hutan sekunder	3,86	2,96	6,82
2	Pertanian	1,40	1,04	2,44
Total				8,126

Tabel 16 menunjukkan kandungan C organik tanah pada lahan di Kecamatan Lembah Seulawah memiliki tingkat kesuburan yang tinggi pada lahan hutan sekunder sebesar 6,82 ton/ha, dan C organik terendah terdapat pada lahan tanaman pertaniannya yakni sebesar 2,44 ton/ha.

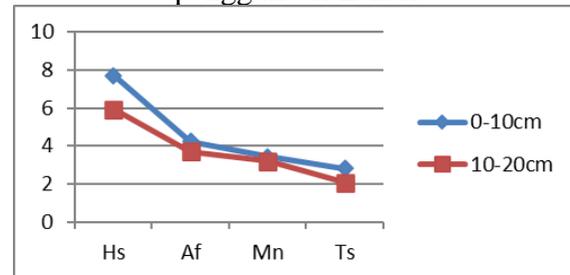
Adapun grafik kandungan karbon atas permukaan tanah dan bawah permukaan tanah dapat dilihat pada Grafik 3 dan Grafik 4.

Grafik 1. Kandungan karbon vegetasi atas permukaan tanah pada berbagai tipe Penggunaan lahan



Keterangan : Agroforestri kakao, Mn : Monokultur Kakao,

Grafik 2. Kandungan karbon bawah permukaan tanah pada berbagai tipe penggunaan Lahan



Keterangan : Af : Agroforestri kakao, Mn : Monokultur Kakao,

Simpulan dan Saran

1. Kandungan karbon terbesar pada lahan hutan sekunder sebesar 241,36 ton/ha, sedangkan karbon terkecil terdapat pada lahan pertanian yaitu sebesar 2,31 ton/ha
2. Kandungan bahan organik tanah terbesar terdapat pada lahan hutan sekunder, yaitu 6,82 ton/ha, dan kandungan bahan organik tanah terendah terdapat pada monokultur 2,44 ton/ha

Saran

Pengukuran potensi massa karbon pada lahan hutan sekunder dan pertanian di kecamatan Lembah Seulawah dalam penelitian ini hanya difokuskan pada tegakan utama saja, sedangkan serasah, pohon mati dan tumbuhan bawah tidak diukur potensinya. Komponen-komponen tersebut memiliki potensi massa karbon yang besar. Oleh karena itu perlu adanya penelitian mengenai potensi massa karbon pada serasah, pohon mati dan tumbuhan bawah.

Daftar Pustaka

- Arifin, J. 2001. Estimasi Penyimpanan C pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kecamatan Ngantang, Malang, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.

- Balai pengkajian teknologi pertanian, 2005. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) Pertanian (Permentan) <http://www.digilib.litbang.deptan.go.id>
- Brown, Sandra, 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer.(FAO Forestry Paper - 134).FAO.
- Boer R. 2008. Sekilas Status Komunikasi Nasional Indonesia untuk Perubahan Iklim dipresentasikan pada Enabling Activities for the Preparation of Indonesia. SNC, Jakarta 21 April 2009. Kementerian Lingkungan Hidup bekerja sama dengan UNDP Indonesia.
- Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian, 2011. Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian. ISBN.
- Heriyanto, N.M &Garsetiasih, R. 2004. Potensi pohonkulim (Scorodpcarpusborneensis.Becc). Makalah seminar. Kelompok hutan gelawan Kampar. Riau.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2001. Dampak Perubahan Iklim. Jakarta
- Stern, N. 2007 The economics of climate change: the Stern review. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Wahyudi. T, T.R. Panggabean, Pujianto. 2008. Kakao Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir. Penebar Swadaya.
- Yuniawati.2011. Potensi Biomassa dan Massa Karbon Hutan Tanaman Acasia crassiparca.Tesis. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Yuliasmara, F. & A. Wibawa. 2007, Pengukuran karbon tersimpan pada perkebunan kakao dengan pendekatan biomassa tanaman.Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 23, 159-169.