

BIOMASSA DAN KARBON POHON DI ATAS PERMUKAAN TANAH DI TEPI JALAN TAMAN NASIONAL LORE LINDU (Studi Kasus Desa Sedoa Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso)

Wahyu Sedjarawan¹, Akhbar², Ida Arianingsih²
Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km.9 Palu, Sulawesi Tengah 94118
1. Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako Palu
2. Staf Pengajaran Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako Palu

Abstract

The objectives of this study were to determine the biomass and tree carbon along side of Lore Lindu National Park. The research was conducted at Sedoa village, Lore Utara district, Poso Regency, Central Sulawesi from May to August 2013. Estimation of carbon stock was done by non-destructive method by using allometric formula. There were four observation plots, where each two plots were placed with distance 10 m and 100 m from the main road alongside Lore Lindu National Park. The results showed that the biomass total of the trees aboveground were 711.0 ton ha⁻¹ and 256.0 ton ha⁻¹ in plots that placed with distance 10 m and 100 m from the main road along side Lore Lindu National Park, respectively. Hence, based on the biomass calculation, the total carbon of the tree aboveground were 355.6 ton ha⁻¹ and 128.0 ton ha⁻¹ in plots that placed with distance 10 m and 100 m from the main road along side Lore Lindu National Park, respectively.

Keywords: Biomass, Tree Carbon, Lore Lindu National Park.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Manusia adalah penyumbang gas CO₂ terbanyak ke udara. Salah satu kegiatan manusia yang dapat melepaskan emisi CO₂ adalah pembakaran lahan, emisi kendaraan bermotor dan limbah pabrik. Dampak dari pembakaran lahan ini akan semakin besar bila tidak terkendali. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) yaitu CO₂ di atmosfer (Darussalam, 2011).

Peranan hutan sebagai penyimpan dan penyerap karbon sangat penting dalam rangka mengatasi masalah efek gas rumah kaca (GRK) yang mengakibatkan pemanasan global (Yuniawati, dkk. 2011). Dampak pemanasan global ialah berubahnya iklim, yaitu perubahan curah hujan serta naiknya intensitas dan frekuensi badai (Lukito dan Rohmatiah, 2013)

Menurut Daniel (2003) dalam Chanan (2011), perubahan iklim sudah hampir menjadi perbincangan umum dalam percakapan para pemerhati lingkungan di dunia ini, meski

demikian ternyata kejadian alam ini tidak terlalu banyak dipahami secara tepat oleh masyarakat karena memang cukup rumit sehingga terjadi kesalahpahaman atau kesulitan membedakan antara perubahan iklim dengan variasi iklim yang sering terjadi secara tiba-tiba dan ekstrem yang membawa dampak seketika.

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang diakibatkan oleh tindakan manusia dalam menggunakan energi bahan bakar fosil serta kegiatan alih guna lahan dan kehutanan (Ratna dkk. 2008). Alih guna lahan hutan di Provinsi Sulawesi tergolong cukup tinggi dilakukan oleh masyarakat untuk budidaya pertanian (Monde, dkk. 2008). Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian mengakibatkan berkurangnya jasa lingkungan, hal ini terjadi karena rendahnya kerapatan dan keragaman tanaman baik pada skala lahan usahatani maupun pada skala lansekap (Daerah Aliran Sungai, DAS) dan global. (Monde, 2009).

Untuk mengurangi dampak perubahan iklim, upaya yang dapat dilakukan saat ini adalah meningkatkan penyerapan karbon (Sedjo dan

Salomon, 1988 *dalam* Syam'ani dkk. 2012) dan/atau menurunkan emisi karbon (Lasco, 2004 *dalam* Syam'ani dkk. 2012).

Pepohonan sebagai unsur utama pembentuk hutan memerlukan sinar matahari, gas karbondioksida (CO₂) yang diserap dari udara serta hara dan air yang diserap dari tanah untuk kelangsungan hidupnya. (Lukito dan Rohmatiah, 2013). Tanaman atau pohon di hutan dianggap berfungsi sebagai tempat penimbunan atau pengendapan karbon (rosot karbon atau carbon sink) (CIFOR, 2003 *dalam* Windusari, 2012)

Taman Nasional Lore Lindu (TNLL) tergolong hutan alam yang memiliki tingkat vegetasi pohon yang sangat baik pertumbuhannya, namun akibat dari gejala alam (bencana alam) maupun kegiatan manusia seperti pembukaan hutan untuk perkebunan dan pengusahaan kayu, serta tambang berimplikasi pada penurunan kualitas lingkungan dan kawasan hutan. Yang pada gilirannya mengancam tumbuhan di TNLL terutama pada tingkat vegetasi pohon yang berperan penting sebagai penyerap karbon. (Balai TNLL, 2013).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu berapa besar biomassa dan karbon pohon di atas permukaan tanah di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu Desa Sedoa Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso.

Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar biomassa dan karbon pohon di atas permukaan tanah di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu Desa Sedoa Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso.

Kegunaan penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kontribusi pohon dalam penyerapan karbon untuk mengurangi gas rumah kaca.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, dari bulan Mei sampai dengan Agustus 2013. Lokasi penelitian ini di Taman Nasional Lore Lindu Desa Sedoa Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso dan Lab. Herbarium Celebence UNTAD.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

Sampel pohon, tali rafia, kertas label, tally sheet, spritus dan koran.

Alat yang digunakan antara lain: pita meter, kompas, GPS, kamera dan alat tulis.

Metode Pelaksanaan

A. Pembuatan Plot Pengamatan

Pembuatan plot pengamatan dibuat menjadi dua bagian yaitu :

1. Plot pengamatan berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu. Plot pengamatan berukuran 5 m x 40 m untuk pengamatan pohon (5 cm ≤ dbh ≤ 30 cm) dan plot pengamatan berukuran 20 m x 100 m untuk pengamatan pohon (dbh ≥ 30 cm).
2. Plot pengamatan berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu. Plot pengamatan berukuran 5 m x 40 m untuk pengamatan pohon (5 cm ≤ dbh ≤ 30 cm) dan plot pengamatan berukuran 20 m x 100 m untuk pengamatan pohon (dbh ≥ 30 cm).

Plot pengamatan dibuat tanpa memotong garis kontur dan hanya terletak di satu sisi Tepi Jalan Taman Nasional Lore Lindu.

B. Analisis Data

Perhitungan biomassa pohon

Pendugaan biomassa pohon yang berdiameter ≥ 5 cm dilakukan dengan menggunakan persamaan alometrik berdasarkan hasil penelitian Wardah (2008) sebagai berikut :

$$Y = 0,0439 D^{2,7587}$$

Keterangan :

Y : Biomassa pohon yang berdiameter ≥ 5 cm (kg/ph)

D : Diameter setinggi dada (cm)

Perhitungan karbon pohon

Biomassa hutan dapat digunakan untuk menduga kandungan karbon dalam vegetasi hutan, karena biomassa vegetasi terkandung karbon sekitar 50 % (Brown dkk, 1989 *dalam* Massiri, 2010). Hairiah dan Rahayu (2007) *dalam* Hardjana dan Fajri (2011) juga menyatakan bahwa konsentrasi karbon dalam bahan organik (biomassa) biasanya sekitar 46%.

Pada penelitian ini pendugaan kandungan karbon dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = W \times 0,5$$

Keterangan :

Y : Kandungan karbon di atas permukaan tanah
W : Total biomassa (ton/ha)

(5 cm ≤ dbh ≤ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis pohon di plot pengamatan berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

Jenis pohon yang tumbuh pada lahan hutan di plot pengamatan berjarak 10 m dengan ukuran plot 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon (dbh ≥ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis Pohon di plot pengamatan berjarak 10 m dengan ukuran 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon (dbh ≥ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

Spesies	Famili	Jumlah
<i>Ardisia pterocaulis</i> Miq.	Primulaceae	43
<i>Castanopsis accuminatisima</i>	Fagaceae	23
<i>Astronia macrophylla</i> Blume.	Melastomataceae	6
Jumlah individu		72

Pada Tabel 1 dilihat bahwa jumlah individu pohon terbanyak terdapat pada jenis *Ardisia pterocaulis* Miq. dengan jumlah 43 individu. Selanjutnya diikuti jenis *Castanopsis accuminatisima*. dengan jumlah individu sebanyak 23 individu. Banyaknya jenis *Ardisia pterocaulis* Miq. di dalam plot pengamatan disebabkan tingginya nilai kerapatan pada jenis ini dengan nilai sebesar 215 individu/ha. Loveless (1989) dalam Sujarwo dan Darma (2011) mengemukakan bahwa sebagian tumbuhan berhasil tumbuh dalam kondisi lingkungan yang beraneka ragam sehingga tumbuhan tersebut cenderung tersebar luas.

Jenis pohon yang tumbuh pada lahan hutan di plot pengamatan berjarak 10 m dengan ukuran plot 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi pohon (5 cm ≤ dbh ≤ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis Pohon di plot pengamatan berjarak 10 m dengan ukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi pohon

Spesies	Famili	Jumlah
<i>Ficus</i> sp.	Moracea	3
Jumlah individu		3

Pada Tabel 2 dilihat bahwa jenis pohon yang bernama ilmiah *Ficus* sp. mempunyai jumlah individu sebanyak 3 individu dengan nilai kerapatan sebesar 150 individu/ha.

Banyaknya individu dari suatu jenis pohon menunjukkan tingkat penyebaran dan kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi fisik lingkungan hutan tersebut. Kondisi fisik lingkungan seperti kelembaban dan kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran biji (Bakri, 2009).

Jenis Pohon di Plot Pengamatan Berjarak 100 m di Tepi Jalan Taman Nasional Lore Lindu

Jenis pohon yang tumbuh pada lahan hutan di plot pengamatan berjarak 100 m dengan ukuran plot 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon (dbh ≥ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis-jenis Pohon di plot pengamatan berjarak 100 m dengan ukuran 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon (dbh ≥ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu.

Spesies	Famili	Jumlah
<i>Callophylum soularrii</i> .	Clausiaceae	5
<i>Turpunia sphaerocarpa</i> .	Staphylliaceae	3
Jumlah individu		8

Pada Tabel 3 dilihat bahwa jumlah individu pohon terbanyak terdapat pada jenis *Callophylum soularrii* dengan jumlah 5 individu. Selanjutnya diikuti jenis *Turpunia sphaerocarpa* dengan jumlah individu sebanyak 3 individu. Banyaknya jenis *Callophylum soularrii* di dalam plot pengamatan disebabkan tingginya nilai kerapatan pada jenis ini dengan nilai sebesar 25 individu/ha.

Jenis pohon yang tumbuh pada lahan hutan di plot pengamatan berjarak 100 m dengan ukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi pohon (5 cm ≤ dbh ≤ 30 cm) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis-jenis Pohon di plot pengamatan berjarak 100 m dengan ukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi

pohon ($5 \text{ cm} \leq \text{dbh} \leq 30 \text{ cm}$) di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu		
Spesies	Famili	Jumlah
<i>Prunus arborea.</i>	Rosaceae	6
<i>Litsea sp.</i>	Lauraceae	3
Jumlah individu		9

Pada tabel 4 dilihat bahwa jumlah individu pohon terbanyak terdapat pada jenis *Prunus arborea.* dengan jumlah 6 individu Selanjutnya di ikuti jenis *Litsea sp.* dengan jumlah individu sebanyak 3 individu. Banyaknya jenis *Prunus arborea.* di dalam plot pengamatan disebabkan tingginya nilai kerapatan pada jenis ini dengan nilai sebesar 300 individu/ha.

Banyaknya individu dari suatu jenis pohon menunjukkan tingkat penyebaran dan kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi fisik lingkungan hutan tersebut. Kondisi fisik lingkungan seperti kelembaban dan kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran biji (Bakri, 2009)

Biomassa Pohon di Atas Permukaan Tanah Berjarak 10 m dan 100 m di Tepi Jalan Taman Nasional Lore Lindu

Biomassa pohon di atas permukaan tanah di plot pengamatan berukuran 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon ($\text{dbh} \geq 30 \text{ cm}$) dan plot pengamatan berukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi pohon ($5 \text{ cm} \leq \text{dbh} \leq 30 \text{ cm}$) dengan jarak 10 m dan 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biomassa pohon di plot pengamatan berjarak 10 m dan 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

Jarak di tepi jalan TNLL	Biomassa (ton/ha)		Total Biomassa (ton/ha)
	Pohon ($\text{dbh} \geq 30 \text{ cm}$)	Pohon ($5 \text{ cm} \leq \text{dbh} \leq 30 \text{ cm}$)	
10 m	553,5	157,5	711,0

Tabel 6. Distribusi diameter, kerapatan dan Biomassa pohon pada plot pengamatan (P1) berjarak 10 m dan plot pengamatan (P2) berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

No	Plot pengamatan	Jarak (m)	Distribusi diameter (cm)	Jumlah pohon	Kerapatan (Jumlah individu/ha)	Biomassa (ton/ha)
1	P1	10	5 – 10	13	650	5,91
			11 – 20	6	300	33,99
			21 – 30	7	350	117,59
			31 – 40	14	70	48,96
			41 – 50	4	20	32,48

100 m 234,0 22,0 256,0

Pada Tabel 5 dilihat bahwa plot pengamatan berjarak 10 m memiliki biomassa pohon tertinggi dibandingkan dengan biomassa pohon pada plot pengamatan yang berjarak 100 m. Hal ini disebabkan karena di plot pengamatan berjarak 10 m banyak pohon yang tumbuh di lantai hutan dan didominasi oleh vegetasi pohon berdiameter besar dibandingkan pada plot pengamatan berjarak 100 m kurang pohon yang tumbuh di lantai hutan dan rata-rata vegetasi pohon berdiameter kecil. Banyaknya vegetasi pohon di plot pengamatan berjarak 10 m serta rata-rata memiliki diameter yang besar disebabkan karena keadaan topografi di plot pengamatan berjarak 10 m bertopografi datar dan memperoleh cahaya matahari yang cukup baik sehingga pertumbuhan pohon tumbuh dengan baik serta memiliki diameter batang yang cukup besar. Ini sesuai dengan pendapat Hairiyah dan Rahayu (2007) dalam Chanan (2011) yang menyatakan bahwa, proporsi terbesar simpanan karbon di daratan adalah pepohonan besar. Sedangkan di plot pengamatan berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu bertopografi agak curam dan kurang memperoleh cahaya matahari yang mengakibatkan pertumbuhan vegetasi sangat lambat dan lemah sehingga memiliki diameter batang yang kecil. Menurut Soetrisno (1998) dalam Santo (2010), mengatakan bahwa pengaruh intensitas cahaya terhadap pembesaran sel dan diferensiasi sel berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi, ukuran daun dan struktur dari daun serta batang. Pohon yang tingkat umurnya lebih dewasa memiliki ukuran diameter dan tinggi pohon yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang tingkat umurnya lebih muda (Pambudi, 2011). Mark dan Harper (1977) dalam Misra (2011) juga menyatakan bahwa ukuran individu pohon sangat mempengaruhi jumlah biomassa pohon tersebut sebagaimana tersaji pada tabel 6.

			51 – 60	3	15	38,83
			61 – 70	3	15	65,14
			71 – 80	4	20	144,84
			81 – 90	1	5	40,69
			> 90	3	15	182,59
		Total	-	58	1.460	711,0
2	P2	100	5 – 10	12	600	5,96
			11 – 20	3	150	15,91
			21 – 30	0	0	0
			31 – 40	7	35	28,50
			41 – 50	6	30	49,89
			51 – 60	1	5	17,29
			61 – 70	3	15	66,92
			71 – 80	2	10	71,43
			81 – 90	0	0	0
			> 90	0	0	0
		Total	-	34	845	256,0

Pada Tabel 6 dilihat bahwa di plot pengamatan (P1) berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu mempunyai jumlah pohon terbanyak berjumlah 58 pohon/ha, nilai kerapatan terbesar dengan nilai 1.460 individu/ha dan nilai biomassa sebesar 711,0 ton/ha dibandingkan pada plot pengamatan (P2) berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu dengan jumlah 34 pohon/ha, nilai kerapatan 845 individu/ha dan nilai biomassa sebesar 256,0 ton/ha.

Karbon Pohon di Atas Permukaan Tanah Berjarak 10 m dan 100 m di Tepi Jalan Taman Nasional Lore Lindu

Berdasarkan hasil perhitungan biomassa diperoleh bahwa karbon pohon di atas permukaan tanah di plot pengamatan berukuran 20 m x 100 m untuk pengukuran dimensi pohon ($dbh \geq 30$ cm) dan plot pengamatan berukuran 5 m x 40 m untuk pengukuran dimensi pohon ($5 \text{ cm} \leq dbh \leq 30$ cm) dengan jarak 10 m dan 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Karbon pohon di plot pengamatan berjarak 10 m dan 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu

Jarak plot pengamatan di tepi jalan TNLL	Karbon (ton/ha)		Total Karbon (ton/ha)
	Pohon ($dbh \geq 30$ cm)	Pohon ($5 \text{ cm} \leq dbh \leq 30$ cm)	
10 m	276,8	78,8	355,6

100 m	117,0	11,0	128,0
-------	-------	------	-------

Pada Tabel 7 menunjukkan jumlah karbon yang tersimpan di plot pengamatan yang berjarak 10 m dan plot pengamatan berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu. Pada tabel tersebut di peroleh hasil karbon terbesar terdapat di plot pengamatan berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu, karena di plot pengamatan berjarak 10 m memiliki nilai biomassa yang lebih besar di bandingkan pada plot pengamatan berjarak 100 m. Menurut Wardah (2009) dalam Misra (2011) semakin tinggi biomassa maka semakin tinggi pula kandungan karbon.

Perbedaan jumlah karbon tersimpan pada setiap lokasi penelitian disebabkan perbedaan kerapatan tumbuhan pada setiap lokasi. Karbon tersimpan pada suatu komunitas hutan juga dipengaruhi oleh diameter dan berat jenis tanaman. Suatu sistem komunitas hutan yang terdiri dari jenis-jenis pohon yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi maka biomasnya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan komunitas hutan yang mempunyai jenis-jenis pohon dengan nilai kerapatan kayu rendah (Rahayu dkk. 2007 dalam Sujarwo dan Darma, 2011)

Karbon tersimpan dapat diartikan banyaknya karbon yang mampu diserap oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Jumlah emisi karbon yang semakin meningkat saat sekarang harus diimbangi dengan jumlah penyerapannya, hal tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi dampak dari pemanasan global dengan cara menanam pohon sebanyak-

banyaknya, karena pohon melalui proses foto sintesis dapat mengubah CO₂ menjadi O₂. Dari kenyataan tersebut, maka dapat diperkirakan berapa banyak pohon yang harus ditanam pada suatu kawasan untuk mengimbangi jumlah karbon yang terbebas di udara (Sujarwo dan Darma, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biomassa pohon diatas permukaan tanah di plot pengamatan berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu adalah 711,0 ton/ha dan plot pengamatan berjarak 100 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu adalah 256,0 ton/ha.
2. Karbon pohon di atas permukaan tanah di plot pengamatan berjarak 10 m di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu adalah 355,6 ton/ha dan plot pengamatan berjarak 100 m di Tepi Taman Nasional Lore Lindu adalah 128,0 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, 2009. *Analisis Vegetasi dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Pada Pohon Di Hutan Taman Wisata Alam Taman Eden Desa Sionggang Utara Kecamatan Lumban Julu Kabupaten Toba Samosir*. TESIS. UNIVERSITAS SUMATRA UTARA. MEDAN.
- Balai TNLL, 2013. *Kondisi Biofisik Taman Nasional Lore Lindu*. Sulawesi Tengah.
- Chanani M. 2011. *Potensi Karbon Di Atas Permukaan Tanah Di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan – Jawa Timur*. GAMMA. Volume 6, Nomor 2 : 101-112.
- Darussalam D. 2011. *Pendugaan Potensi Serapan Karbon Pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten*. Skripsi INSTITUT PERTANIAN BOGOR.
- Dg Massiri S., 2010. *Biomassa dan Karbon pada kondisi Mature Building dan Gap di Hutan Tropis*, Tesis. UGM. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Hardjana A.K. dan Fajri M. 2011. *Kemampuan Tanaman Meranti (Shorea leprosula) Dalam Menyerap Emisi Karbon (CO₂) Di Kawasan Hutan IUPHHK-HA PT ITCIKU Kalimantan Timur*. Jurnal Penelitian Dipterokarpa. Vol. 5 No. 1 : 39-46.
- Lukito M. dan Rohmatiah A. 2013. *Estimasi Biomassa dan Karbon Tanaman Jati Umur 5 Tahun*. Agri-tek Volume 14 Nomor 1 : 1-23.
- Santo M., 2010. *Keanekaragaman Jenis Pohon di Hutan Alam Desa Oo Parese Kecamatan Kulawi Selatan Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah*. Skripsi Jurusan kehutanan Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako. Palu.
- Misra, 2011. *Analisis Citra Landsat Untuk Mengestimasi Potensi Karbon Di Atas Permukaan Tanah Di Kawasan Hutan Pendidikan Universitas Tadulako*. Skripsi. UNTAD. Palu (Tidak dipublikasikan).
- Monde A., 2009. *Degradasi Stok Karbon (C) Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Kakau Di DAS Nopu, Sulawesi Tengah*. J. Agroland 16 (2) : 110-117.
- Monde A., Sinukaban N., Murti Laksono K. dan Pandjaitan, N. 2008. *Dinamika Karbon (C) Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian*. J. Agroland 15 (1) : 22-26.
- Pambudi G.P., 2011. *Pendugaan Biomassa Beberapa Kelas Umur Jenis Rhizophora apiculata Bl. Pada Areal PT. Bina Ovivipari Semesta Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Skripsi. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Ratna N.A.T., Hamidy R. dan Thamrin. 2008. *Pendugaan Kandungan Karbon pada Acacia crassicarpa di Hutan Rawa Gambut*. Journal of Anvirommental Science 2 (1) : 26-32.
- Sujarwo W. dan Darma I.D.P. 2011. *Analisis Vegetasi Dan Pendugaan Karbon Tersimpan Pada Pohon Di Kawasan Sekitar Gunung Dan Danau Batur Kintamani Bali*. Jurnal Bumi Lestari, Volume 11 No. 1 hal 85-92.
- Syam'ani, Arfa Agustina R, Susilawati dan Yusanto Nugroho. 2012. *Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah berbagai Sistem Penutupan Lahan*.

- Disub – sub Das Amandit*. Jurnal Hutan Tropis Vol. 12. No 2 : 151-158.
- Wardah, 2008. *Keragaman Ekosistem Kebun Hutan (Forest Garden) di sekitar Kawasan Hutan Konservasi. Studi Kasus di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor. (in Indonesian).
- Windusari Y., Sari N.A.P., Yustian I dan Zulkifli H. 2012. *Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan seresah di Kawasan Suksesi Alami Pada Area Pengendapan Tailing Pt Freeport Indonesia*. Biospecies, Volume 5 No. 1, hlm 22-28.
- Yuniawati, Budi Aman A. dan Elias. 2011. *Estimasi Potensi Biomassa dan Massa Karbon Hutan Tanaman Acacia crassicarpa Di Lahan Gambut*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 29 No. 4, : 343-355.