

STRUKTUR VEGETASI DAN CADANGAN KARBON TEGAKAN DI KAWASAN HUTAN CAGAR ALAM LEMBAH HARAU KABUPATEN LIMA PULUH KOTA SUMATERA BARAT

(VEGETATION STRUCTURE AND CARBON STOCK IN STAND AT FOREST NATURE RESERVE LEMBAH HARAU REGION DISTRICT LIMA PULUH KOTA WEST SUMATERA)

Muhammad Iko Pratama¹, Delvian², Kansih Sri Hartini³
Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara
Jln. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

e-mail : iko_pratama@yahoo.co.id

ABSTRACT

This study has been conducted from April to May 2015. This study aims to analyze the structure and composition of plant species and the amount of carbon stocks stored in Nature Reserve Forest Lembah Harau at tree level and the level of the pole. The sampling intensity is 5 % of the total area of 270.5 ha. So that the total area of observation is 13.525 ha with a plot measuring 20 m x 100 m were 68 plots. In each plot were made sub-sub plot measuring 20 m x 20 m for tree and 10 m x 10 m for pole. Vegetation analysis use a combination of track method and swath line method, while the biomass estimation use non destructive sampling method. The results showed that 80 kinds of plants with a number of individuals as much as 246 individuals/ha. The highest important value indeks of tree species is *Rhodelia teysmani* with the value 53.33 %, while in the pole species is *Nephelium mutabile* with the value 46.30 %. The amount of carbon stocks stored in trees and poles are 62.57 ton/ha.

Keywords : vegetation , carbon stock , nature reserve lembah harau

PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah meningkatnya suhu temperatur rata-rata di atmosfer, laut dan daratan di bumi. Penyebab peningkatan yang cukup drastis ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam sejenisnya yang tidak dapat diperbaharui. Pembakaran dari bahan fosil ini melepaskan karbondioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer bumi. Ketika atmosfer semakin kaya akan gas-gas rumah kaca ini, ia semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak

panas matahari yang dipancarkan ke bumi (Rusbiantoro, 2008).

Salah satu cara untuk mengendalikan perubahan iklim adalah dengan mengurangi konsentrasi gas rumah kaca seperti CO₂ (karbondioksida), CH₄ (metan) dan NO₂ (nitrogendioksida) yaitu dengan mempertahankan keutuhan hutan alami dan meningkatkan kerapatan populasi pepohonan di luar hutan. Tumbuhan baik di dalam maupun di luar kawasan hutan menyerap gas asam arang (CO₂) dari udara melalui proses fotosintesis, yang selanjutnya diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh

tanaman. Dengan demikian mengukur jumlah yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya CO₂ (karbondioksida) di atmosfer yang diserap oleh tanaman. (Hairiah dkk, 2011).

Hutan Cagar Alam Lembah Harau di Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat merupakan bagian dari hutan tropis yang ada di Indonesia. Kawasan hutan ini memiliki keanekaragaman tumbuhan yang cukup tinggi sehingga keadaan alamnya layak untuk dilindungi dan mendapat perhatian yang lebih dari masyarakat sekitar hutan serta dari pemerintah setempat agar kelestariannya tetap terjaga hingga regenerasi selanjutnya.

Sejauh ini belum diperoleh data tentang potensi kandungan karbon tersimpan serta bagaimana keadaan vegetasi pohon di kawasan hutan Cagar Alam Lembah Harau. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian untuk mendapatkan informasi dan data mengenai kandungan cadangan karbon yang tersimpan serta keadaan vegetasi pohon yang terdapat di kawasan hutan tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Petak Pengamatan

Metode analisis vegetasi yang digunakan adalah kombinasi metode jalur dan metode garis berpetak. Dengan membuat plot berbentuk persegi panjang dengan ukuran 20 m x 100 m. Kemudian didalamnya dibuat sub-sub plot berukuran 20 m x 20 m untuk tingkat pohon, dan 10 m x 10 m untuk tingkat tiang. Jarak antar plot

dibuat ± 200 m. Peletakan plot dilakukan secara *systematic sampling* (teratur). Intensitas sampling (IS) yang digunakan adalah 5 %. Jumlah plot yang dibuat sebanyak 68 plot.

2. Pengambilan Data

Penghitungan biomassa dilakukan dengan metode *non destructive sampling* yaitu dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohondan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa. Pengukuran diameter dilakukan dengan cara melilitkan pita ukur pada batang pohon setinggi dada (1,3 meter) dengan posisi pita harus sejajar untuk semua arah, sehingga data yang diperoleh adalah keliling batang ($K=\pi D$). Kemudian untuk memperoleh data diameter pohon menggunakan rumus $D=K\pi^{-1}$.

Data vegetasi yang dikumpulkan dianalisis untuk mendapatkan nilai Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR), Dominansi Relatif (DR), Indeks Nilai Penting (INP), dan Indeks Keanekaragaman dari masing-masing lokasi penelitian. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener :

$$H' = - \sum (N_i/N_t \ln N_i/N_t)$$

keterangan :

N_i = jumlah individu spesies ke-i

N_t = jumlah total untuk semua Individu

Kriteria untuk nilai Indeks Keanekaragaman menurut Magurran (1988) yaitu :

1. Rendah, jika nilai $H < 1$.
2. Sedang, jika nilai H antara 1 dan 3.
3. Tinggi, jika nilai $H > 3$.

3. Penghitungan Biomassa dan Karbon Tersimpan

Persamaan Allometrik yang digunakan untuk menghitung biomassa adalah persamaan yang disusun oleh Brown (1997) dalam Sutaryo (2009) yang diterapkan untuk dataran rendah pada zona iklim lembab dengan kisaran *DBH* (*diameter breast height*) 5-148 (cm) dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,84.

$$Y = 42,69 - 12,800(D) + 1,242(D)^2$$

Keterangan :

Y = biomassa per pohon (kg)

D = diameter (cm)

Untuk penentuan kadar karbon disarankan untuk menggunakan nilai umum yang digunakan di tingkat global yaitu sebesar 0,47 (Manuri dkk, 2011).

Karbon Tersimpan

$$= \text{Biomassa Pohon Per Ha} \times 0,47$$

4. Menghitung Jumlah CO₂ (karbondioksida) yang Mampu Diserap Tumbuhan

Jumlah gas CO₂ (karbondioksida) yang dapat diserap oleh tegakan hutan adalah jumlah karbon tersimpan dikali dengan 3,67 (Mirbach, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur dan Komposisi Vegetasi

Dari kegiatan analisis vegetasi yang dilakukan di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau di daerah Bukit Simalakama dan Bukit Rangkak, ditemukan 80 jenis tumbuhan dengan komposisi keanekaragaman jenis pada lokasi pengamatan yang cukup bervariasi. Komposisi merupakan penyusun suatu tegakan yang meliputi jumlah jenis/famili ataupun banyaknya individu dari suatu jenis pohon.

Beragamnya jenis tumbuhan yang ditemukan pada lokasi penelitian menunjukkan kesesuaian tumbuhan dengan faktor fisik lingkungan di lokasi tersebut seperti kelembaban, ketersediaan air dan kecepatan angin yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran biji. Menurut Krebs (1985), kelembaban tanah mempengaruhi penyebaran geografi pada sebagian besar pohon pada hutan dan mempengaruhi ketersediaan air tanah yang dapat mempengaruhi keseimbangan air tumbuhan. Kemudian angin mempengaruhi kelembaban udara dan penyebaran biji tumbuhan pada hutan.

Pada tingkat pohon, nilai INP tertinggi terdapat pada jenis *Rhodelia teysmanii* sebesar 53,33% dan nilai INP terendah terdapat pada jenis *Dyobalanops sp.* sebesar 0,18%. Sedangkan pada tingkat tiang, nilai INP tertinggi terdapat pada jenis *Nephelium mutabile* sebesar 46,30% dan jenis dengan nilai INP terendah terdapat pada jenis *Noolitsea cassifolia* yaitu sebesar 0,27%.

Berikut lima jenis tumbuhan dengan nilai INP yang tinggi pada

tingkat pohon dan tingkat tiang yang tersaji pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Lima jenis pohon dengan nilai INP yang tinggi

No	Nama Latin	KR	FR	DR	INP
1	<i>Rhodelia t.</i>	23,3	6,1	23,8	53,3
2	<i>Nephelium m.</i>	13,5	6,7	10,2	30,4
3	<i>Vatica sp.</i>	8,7	6,5	7,1	22,3
4	<i>Casuarina s.</i>	5,5	4,7	9,7	19,9
5	<i>Dialium p.</i>	3,7	3,9	4,0	11,5

Tabel 2. Lima jenis tiang dengan nilai INP yang tinggi

No	Nama Latin	KR	FR	DR	INP
1	<i>Nephelium m.</i>	18,5	8,6	19,2	46,3
2	<i>Litsea sp.</i>	7,5	6,8	7,4	21,8
3	<i>Rhodelia t.</i>	7,3	4,9	7,4	19,6
4	<i>Calophyllum d.</i>	6,9	6,1	6,7	19,6
5	<i>Vatica sp.</i>	6,1	5,9	5,9	17,9

Nilai INP tertinggi pada tingkat pohon dan tingkat tiang yang terdapat pada jenis *Rhodelia teysmanii* dan *Nephelium mutabile* menunjukkan bahwa jenis tersebut merupakan jenis dengan kedudukan paling penting atau paling dominan menurut tingkat pertumbuhannya di dalam Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soerianegara dan Indrawan (2005) bahwa indeks nilai penting (INP) digunakan untuk menetapkan dominasi suatu jenis terhadap jenis lainnya atau dengan kata lain nilai penting menggambarkan kedudukan ekologis suatu jenis dalam komunitas.

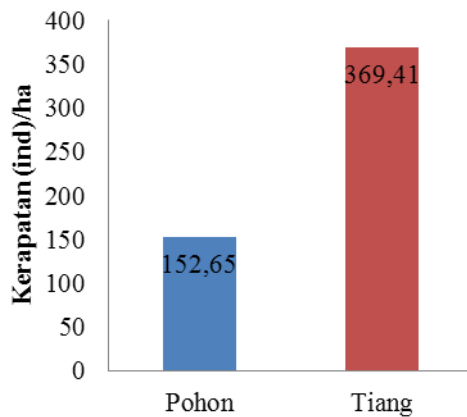
Pada tingkat tiang, tiga jenis tumbuhan dengan nilai INP yang tinggi berturut-turut yaitu *Nephelium mutabile*, *Litsea sp.*, dan *Rhodelia teysmanii*. Namun pada tingkat pohon, nilai INP yang tinggi berturut-turut terdapat pada jenis *Rhodelia teysmanii*,

Nephelium mutabile dan *Vatica sp.* Hal ini menunjukkan bahwa jenis *Rhodelia teysmanii* lebih mampu berkompetisi daripada jenis lainnya, sehingga saat memasuki tahap pertumbuhan tingkat pohon mampu mengejar dan melebihi INP jenis *Nephelium mutabile* yang lebih dominan pada tahap pertumbuhan di tingkat tiang.

Jumlah individu yang ditemukan adalah sebanyak 246 individu/ha. Dengan demikian dapat dilihat bahwa Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau memiliki jumlah jenis (80 jenis) yang lebih rendah namun dengan jumlah individu/haying relatif sama jika dibandingkan penelitian yang sudah dilakukan pada kawasan hutan cagar alam yang lain, seperti di Cagar Alam Tangkoko Sulawesi Utara oleh Kinho dkk (2010), melaporkan bahwa ditemukan 86 jenis dengan jumlah individu sebanyak 245 individu/ha. Sedangkan di Kawasan Cagar Alam Cycloops Jayapura oleh Suharno dan Alfred (2009), ditemukan lebih rendah yaitu 43 jenis dengan jumlah individu sebanyak 116 individu.

Struktur tegakan hutan alam dapat dilihat dari nilai kerapatan atau dari hubungan antara kelas diameter dengan kerapatan. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh data kerapatan total tingkat tiang lebih tinggi dari kerapatan total pada tingkat pohon. Hal ini dikarenakan kompetisi yang terjadi pada tingkat pohon lebih tinggi. Dengan ukuran diameter yang besar dan ukuran tajuk juga semakin lebar menyebabkan terhalangnya cahaya matahari yang akan diterima tumbuhan disekitarnya. Sehingga hanya sedikit tumbuhan yang dapat bertahan. Sebagaimana pernyataan Junaidi

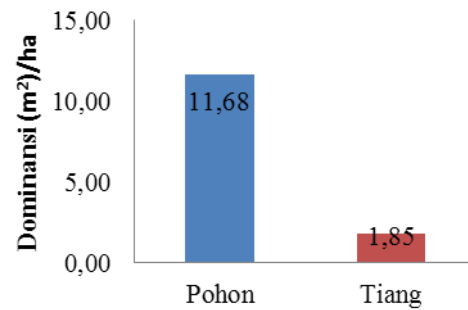
(2009) bahwa cahaya jelas pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Cahaya merupakan sumber energi untuk fotosintesis. Panjang penyinaran mempunyai pengaruh khusus bagi pertumbuhan dan reproduksi tumbuhan. Selanjutnya Richard (1964) mengatakan bahwa pada tegakan hutan biasanya kerapatan pohon akan tinggi pada kelas diameter kecil dan akan menurun pada kelas diameter yang makin besar. Sebagaimana yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan nilai kerapatan total per-ha pada pohon dan tiang

Sedangkan dominansi total tingkat tiang lebih rendah dari dominansi total tingkat pohon. Hal ini dikarenakan nilai luas bidang dasar pada tingkat pohon lebih tinggi. Besar kecilnya nilai luas bidang dasar ditentukan dari ukuran diameter, semakin besar diameter maka luas bidang dasar juga semakin besar. Luas bidang dasar juga dipengaruhi oleh jenis dan umur pohon. Sebagaimana pernyataan dari Yefri (1987) bahwa yang paling berpengaruh dalam menentukan diameter batang adalah

jenis dan umur pohon. Seperti yang tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan nilai dominansi total per-ha pada pohon dan tiang

Nilai KR, FR, dan DR pada tingkat tiang tertinggi terdapat pada jenis *Nephelium mutabile* yaitu berturut-turut sebesar 18,47%, 8,62%, dan 19,21%. Sedangkan pada tingkat pohon nilai KR dan DR tertinggi terdapat pada jenis *Rhodelia teysmanii* yaitu berturut-turut sebesar 23,31% dan 23,89%. Nilai FR tertinggi terdapat pada jenis *Nephelium mutabile* sebesar 6,66%.

Kerapatan relatif (KR) merupakan persentase individu jenis dalam komunitas. Nilai KR yang beragam dikarenakan kondisi kawasan hutan yang memiliki variasi lingkungan yang tinggi. Sebagian tumbuhan dapat berhasil tumbuh dalam kondisi lingkungan yang beraneka ragam sehingga tumbuhan tersebut cenderung tersebar luas (Loveles, 1989). Selanjutnya menurut Sofyan (1991), kerapatan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan serta tersedianya biji.

Frekuensi merupakan nilai besaran yang menyatakan derajat penyebaran jenis di dalam komunitasnya. Frekuensi kehadiran

suatu jenis organisme di suatu habitat menunjukkan keseringhadiran jenis tersebut di habitat tersebut. Tumbuhan pada kawasan hutan Cagar Alam Lembah Harau termasuk dalam kategori aksidental. Sebagaimana pernyataan Suin (2002) bahwa frekuensi kehadiran dapat dikelompokkan atas empat kelompok yaitu jenis yang aksidental (frekuensi 0-25%), jenis assesori (frekuensi 25-50%), jenis konstan (frekuensi 50-75%), dan jenis absolut (frekuensi di atas 75%).

Dominansi merupakan besaran yang menyatakan derajat penguasaan ruang atau tempat tumbuh. Dominansi relatif (DR) menunjukkan proporsi antara luas tempat yang ditutupi oleh jenis tumbuhan dengan luas total habitat serta menunjukkan jenis tumbuhan yang dominan didalam komunitas (Indriyanto, 2008).

Nilai indeks keanekaragaman jenis Shanon-Wiener (H') pada tingkat tiang dan tingkat pohon yang diperoleh yaitu berturut-turut sebesar 3,19 dan 3,10 sehingga menurut kriteria Magurran (1988) termasuk ke dalam kriteria tinggi. Tingginya nilai tersebut dikarenakan Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau termasuk ke dalam kawasan konservasi yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang dilindungi sehingga aman dari gangguan masyarakat sekitar.

Nilai keanekaragaman yang tinggi juga menunjukkan stabilnya suatu ekosistem. Odum (1998) mengatakan bahwa keanekaragaman identik dengan kestabilan suatu ekosistem, yaitu jika keanekaragaman suatu ekosistem tinggi, maka kondisi

ekosistem tersebut cenderung stabil. Dengan demikian menjaga dan memelihara Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau merupakan hal yang perlu dilakukan agar kelestariannya tetap terjaga.

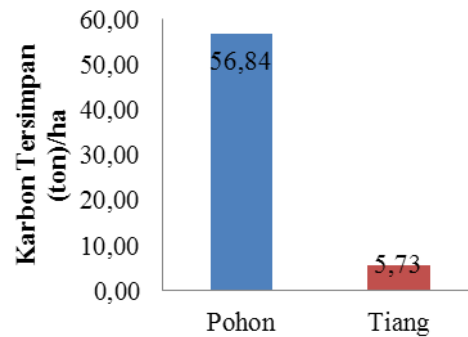
Biomassa dan Karbon Tersimpan

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan nilai biomassa pada tingkat pohon dan tingkat tiang berturut-turut sebesar 120,94 ton/ha dan 12,20 ton/ha. Nilai cadangan karbon tersimpan pada tingkat pohon sebesar 56,84 ton C/ha. Sedangkan pada tingkat tiang nilai cadangan karbon tersimpannya lebih rendah yaitu sebesar 5,73 ton C/ha. Total nilai cadangan karbon tersimpan pada tingkat pohon dan tingkat tiang adalah 62,57 ton C/ha. Sehingga total nilai cadangan karbon tersimpan pada Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau untuk tingkat pohon dan tingkat tiang seluas 270,5 ha adalah 16.925,185 ton C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Masripatin dkk (2010) bahwa cadangan karbon pada berbagai kelas penutupan lahan di hutan alam berkisar antara 7,5–264,70 ton C/ha. Nilai kandungan karbon/ha di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan di tempat lain. Seperti di Kawasan Hutan Cagar Alam Pananjung oleh Muhammad (2010), melaporkan bahwa didapatkan nilai kandungan karbon/ha sebesar 132,61 ton C/ha. Purba (2011), melaporkan bahwa di Kawasan Hutan Cagar Alam Martelu Purba didapatkan nilai kandungan karbon/ha sebesar 222,53 ton C/ha. Setiawan (2013), melaporkan bahwa di Kawasan Hutan Cagar Alam

Gunung Tilu didapatkan nilai kandungan karbon/ha sebesar 149,31 ton C/ha. Hal ini dikarenakan pada kawasan hutan cagar alam yang lain tersebut ditemukan jumlah pohon/ha yang lebih banyak dengan ukuran diameter yang lebih besar. Sehingga nilai kandungan karbon tersimpan di kawasan hutan tersebut lebih tinggi.

Perbedaan tingkat penyerapan karbon oleh tumbuhan salah satunya dikarenakan oleh umur tumbuhan. Diameter batang akan bertambah seiring dengan bertambahnya umur tumbuhan sehingga karbon yang dapat ditimbun dalam tubuh tumbuhan juga semakin besar. Kondisi lingkungan dengan curah hujan yang cukup serta kesuburan tanah yang baik juga akan mempengaruhi tingkat penyerapan karbon menjadi semakin tinggi. Sebagaimana pernyataan dari Dury (2002) bahwa tingkat serapan karbon yang tinggi umumnya terjadi pada lokasi lahan dengan kesuburan yang tinggi dan tingkat curah hujan cukup, dan pada tanaman yang cepat tumbuh, walaupun tingkat dekomposisi juga cukup tinggi pada lokasi tersebut. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat penyerapan karbon antara lain adalah: iklim, topografi, karakteristik tanah, spesies dan komposisi umur pohon, serta tahap pertumbuhan pohon.

Berikut perbandingan nilai karbon tersimpan/ha pada pohon dan tiang di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan nilai karbon tersimpan per-ha pada pohon dan tiang

Jumlah CO₂ (karbondioksida) yang Mampu Diserap Tumbuhan

Jumlah CO₂ (karbondioksida) yang mampu diserap tumbuhan di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau adalah ekuivalen 229,63 ton CO₂/ha. Sehingga total jumlah CO₂ (karbondioksida) yang mampu diserap tumbuhan di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau seluas 270,5 ha adalah ekuivalen 62.114,915 ton CO₂. Dengan demikian Cagar Alam Lembah Harau mempunyai fungsi untuk memfiksasi karbon dan menyimpannya dalam ekosistem yang tersimpan dalam vegetasi yang dikenal dengan rosot (*sink*) CO₂ (karbondioksida).

Jika dibandingkan dengan penelitian lain, jumlah CO₂ (karbondioksida) yang mampu diserap tumbuhan di Kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau lebih rendah, seperti di Cagar Alam Martelu Purba oleh Purba (2011) didapatkan nilai lebih tinggi sebesar 816,70 ton CO₂/ha. Setiawan (2013), melaporkan di Kawasan Hutan Cagar Alam Gunung Tilu didapatkan nilai sebesar 547,97 ton CO₂/ha. Hal ini dikarenakan nilai kandungan karbon

tersimpan di Cagar Alam Lembah Harau lebih rendah sehingga jumlah CO₂ (karbondioksida) yang mampu diserap tumbuhan di kawasan tersebut juga lebih rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kawasan Hutan Cagar Alam Lembah Harau dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ditemukan 80 jenis tumbuhan dengan komposisi jenis pada tingkat tiang sebanyak 14 jenis, pada tingkat pohon sebanyak 22 jenis dan pada kedua jenis tingkat pohon dan tingkat tiang sebanyak 44 jenis dengan jumlah individu total sebanyak 246 individu/ha.
2. Nilai INP tertinggi pada tingkat tiang yaitu pada jenis *Nephelium mutabile* sebesar 46,30%. Sedangkan pada tingkat pohon Nilai INP tertinggi yaitu pada jenis *Rhodelia teysmanii* sebesar 53,33%.
3. Nilai indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H') pada tingkat tiang dan tingkat pohon sebesar 3,19 dan 3,10 termasuk kedalam kategori tinggi.
4. Jumlah nilai cadangan karbon tersimpan pada tingkat tiang dan tingkat pohon sebesar 62,57 ton C/ha dan total cadangan karbon tersimpan pada lokasi penelitian seluas 270,5 ha adalah sebesar 16.925,185 ton C.

DAFTAR PUSTAKA

- Dury, S.J., P.J. Polglase, dan T. Vercoe. 2002. Greenhouse Resource Kit for Private forest Growers. Agriculture, Fisheries and Forestry-Australia CSIRO. Australia.
- Hairiah K., A. Ekadinata, R.R. Sari dan S. Rahayu. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan Kebentang Lahan. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. Penerbit World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB). Malang.
- Junaidi, W. 2009. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman. <http://wawan-junaidi.blogspot.com> [diakses pada tanggal 20 Juni 2015].
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. New York: Harper & Row Publishers Inc, p. 106.
- Kinho, J., A. Suryawan., A. Maayasari. 2010. *Struktur dan Sebaran Jenis-Jenis Suku Euphorbiaceae di Cagar Alam Tangkoko, Bitung, Sulawesi Utara*. Jurnal Vol. 3 NO. 2. Balai Penelitian Kehutanan Manado. Manado.
- Loveless, A.R. 1989. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik 2*. Percetakan PT Gramedia. Jakarta.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. USA.
- Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. *Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Penerbit Merang REDD Pilot Project, German

- International Cooperation – GIZ. Palembang.
- Masripatin N., K. Ginoga, A. Wibowo, W.S. Dharmawan, C.A. Siregar, M. Lugina, Indartik, W. Wulandari, N. Sakuntaladewi, R. Maryani, G. Pari, D. Apriyanto, B. Subekti, D. Puspasari, A.S. Utomo. 2010. Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia. Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Kampus Balitbang Kehutanan. Bogor.
- Mirbach, M. 2000. Carbon budget accounting at the forest management unit level an overview of issues and methods. Canada'a Model Forest Program, Natural Resources Canada. Canadian Forest Service. Ottawa.
- Muhammad, G.I. 2010. Karbon Tersimpan Dalam Biomassa Pohon di Hutan Pantai Barat Cagar Alam Pananjung Pangandaran. Laporan Kuliah Kerja Lapang. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Purba, J. 2011. Potensi Karbon Tersimpan Pada Tegakan Meranti Pada Beberapa Kelas Diameter di Cagar Alam Martelu purba Simalungun Sumatera Utara. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rhicard, P.W. 1964. The Tropical Rain Forest and Ecological Study. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rusbiantoro, D. 2008. Global Warming For Beginner. Penerbit Gramedia. Yogyakarta.
- Setiawan, E. 2013. Dokumen Pra REDD Cagar Alam Gunung Tilu. DOC : 3.6.5- TR-2013. Komponen 3. ICWRMIP-CWMBC. Bandung.
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. 2005. *Ekologi Hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sofyan, M. Z. 1991. Analisis Vegetasi Pohon di Hutan Saloguma. Tesis Sarjana Biologi. FMIPA-UNAND. Padang.
- Suharno dan A.A. Alfred. 2009. *Regenerasi Vegetasi Tingkat Pohon di Kawasan Penyangga Cagar Alam Cycloops Jayapura Selatan Kota Jayapura*. Jurnal Biologi Papua Vol. 1 No. 1. Universitas Cendrawasih. Jayapura.
- Suin, N.M. 2002. Metoda Ekologi. Penerbit Universitas Andalas. Padang.
- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa. Penerbit Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Yefri, N. 1987. Struktur Pohon Hutan Bekas Tebangan di Air Gadang Pasaman. Tesis Sarjana Biologi (Tidak dipublikasi). FMIPA-UNAND. Padang.