

**ESTIMASI KARBON TERSIMPAN PADA HUTAN
MANGROVE DI DESA MARGASARI KECAMATAN
LABUHAN MARINGGAI
KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

***CARBON STOCK ESTIMATION OF MANGROVE FOREST
IN VILLAGE MARGASARI SUB-DISTRICT
LABUHAN MARINGGAI
DISTRICT EAST LAMPUNG***

CAHYANING WINDARNI*, AGUS SETIAWAN, RUSITA

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Sumatri Brojonegoro No 1 Bandarlampung. 35145
E-mail: cahyaningwindarni1@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya kandungan karbondioksida (CO₂) serta berkurangnya luas hutan sebagai penyerap CO₂ di atmosfer merupakan penyebab pemanasan global. Salah satu solusi untuk menurunkan kandungan CO₂ di atmosfer adalah melalui pembangunan atau perbaikan vegetasi hutan. Hutan mangrove dianggap dapat menyerap karbon cukup baik melalui proses fotosintesis. Tujuan penelitian ini yaitu mengestimasi simpanan karbon tegakan dan serasah hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Penelitian ini dilakukan dengan metode jalur berpetak. Jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak diambil secara sistematis. Petak pengamatan pohon dibuat berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar petak pada jalur 20 m dengan jumlah 20 petak. Setiap petak dilakukan pengukuran diameter pohon ≥ 5 cm. Masing-masing petak dibuat sub petak pengamatan serasah berukuran 0,5 m x 0,5 m. Perhitungan jumlah biomassa tersimpan pada pohon menggunakan persamaan allometrik $B = 0,1848D^{2,3624}$ dan pada serasah menggunakan total berat kering. Konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya sekitar 46% sehingga mengalikan biomassa masing-masing dengan 46%. Hasil penelitian diperoleh rata-rata biomassa hutan mangrove sebesar 431,78 ton/ha. Estimasi karbon tegakan mangrove 197,36 ton/ha dan estimasi karbon serasah 1,25 ton/ha, sehingga berdasarkan hasil penelitian jumlah estimasi total karbon tersimpan hutan mangrove 198,61 ton/ha.

Kata Kunci : hutan mangrove, jalur berpetak, karbon di atas tanah

ABSTRACT

Increasing CO₂ in the atmosphere and decreasing amount of forest as absorb CO₂ are factors which was the underlying repercussion of climate change. One of solutions for decreasing CO₂ concentration through the forest vegetation's development and emendation. Mangrove forest estimated that effectively absorb carbon through photosynthesis. The purpose of the study is to estimate the stand and litter carbon stock of mangrove forest. The research used line transect method. The first line and plot determined randomly then the next line and plots was systematically. The observation plots had measurement with amount of 20m x 20m with

spacing between plot in line 20 m with total 20 plots. Each plot was measured diameter just ≥ 5 cm. Each plot made observations litter sub plots with amount of 0,5 m x 0,5 m. Carbon estimation of stand biomass using allometric equations $B = 0,1848D^{2.3624}$ and litter biomass using total dry weight. Carbon concentration of organic material typically contains around 46% thus multiplying the biomass by 46%. The average biomass of mangrove forests amounted to 431,78 tons/ha. Carbon estimated of mangrove stand was 197,36 ton/ha and litter carbon was 1,25 ton/ha, based on the research total of carbon mangrove forest was 198,61 ton/ha.

Keywords: *carbon above ground, line transect, mangrove forest*

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu isu dunia saat ini. Penyebab utama terjadinya pemanasan global adalah gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang mengudara yaitu CO₂. Peningkatan CO₂ di atmosfer, antara lain disebabkan oleh berkurangnya hutan sebagai penyerap karbon dioksida. Meningkatnya jumlah CO₂ di atmosfer menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (Manuri, *et al.*, 2011).

Peranan hutan sebagai penyerap dan penyimpan karbon sangat penting dalam rangka mengatasi masalah efek gas rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global (Yuniawati, *et al.*, 2011). Pembangunan hutan dengan kemampuan menyerap karbon melalui proses fotosintesis, yang merupakan upaya alternatif mengatasi permasalahan pemanasan global. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan melalui kegiatan rehabilitasi hutan. Menurut Prasetyo, *et al.* (2012) dikutip oleh Cahyaningrum, *et al.* (2014), upaya tersebut perlu didukung dengan kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi gas rumah kaca secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya, termasuk *carbon stock* (simpanan karbon). Ekosistem mangrove, sebagaimana ekosistem hutan lainnya, memiliki kemampuan sebagai penyerap CO₂, sehingga hutan mangrove memiliki peran untuk mengurangi konsentrasi karbondioksida di udara. Menurut Donato, *et al.* (2011), tipe hutan mangrove memiliki kemampuan mengikat karbon jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terestrial dan hutan hujan tropis.

Zainuddin dan Gunawan (2014) menyatakan luas hutan mangrove di Indonesia mencapai 25% dari total luas hutan mangrove di dunia. Luas hutan mangrove Indonesia antara 2,5 hingga 4,5 juta hektar. Menurut Wahana Lingkungan Hidup Indonesia atau Walhi (2014) Provinsi Lampung memiliki potensi lahan hutan mangrove seluas 93.938,84 ha sedangkan luas fisik hutan mangrove seluas 3.108 ha. Menurut Yuliasamaya, *et al.* (2014), luas hutan mangrove wilayah pesisir Kabupaten Lampung Timur di Labuhan Maringgai dan Pasir Sakti pada tahun 2013 mencapai luas 2.228,44 ha.

Desa Margasari merupakan salah satu desa di Kabupaten Lampung Timur yang mempunyai hutan mangrove yang sedang mengalami pertumbuhan sekunder (Lembaga Penelitian Unila, 2010). Berdasarkan penelitian Putra (2015), pada tahun 2014 luas hutan mangrove di Desa Margasari sudah mencapai 817,59 ha. Adapun jenis mangrove yang mendominasi adalah api-api (Kustanti *et al.*, 2014).

Penelitian mengenai estimasi karbon tersimpan dalam vegetasi mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan hutan mangrove tersebut mampu menyerap CO₂ dari udara, sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan dalam kaitannya dengan pengurangan konsentrasi CO₂ di atmosfer (Cahyaningrum, *et al.*, 2014). Jika telah mengetahui besarnya cadangan karbon tersimpan pada hutan maka dapat diketahui besarnya fungsi kawasan tersebut dalam mitigasi

perubahan iklim (Suharjo, 2011). Usaha mengetahui potensi hutan mangrove sebagai pengikat karbon dan peranan dalam mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan melalui penelitian mengenai estimasi karbon tersimpan pada hutan mangrove. Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi karbon yang tersimpan pada tegakan dan serasah api-api (*Avicennia marina*) di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2016 bertempat di Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali tambang, kompas, GPS (*Global Positioning System*), pita meter, kantong plastik, timbangan digital, *tallysheet*, alat tulis, kalkulator, dan kamera. Bahan yang digunakan yaitu hutan mangrove dan serasah di bawah tegakan.

Pengambilan sampel di lokasi penelitian dilakukan dengan metode jalur berpetak (Indriyanto, 2006). Jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis. Petak pengamatan dibuat berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar petak 20 m. Mengukur diameter batang setinggi dada dalam petak pengamatan. Pengukuran batang hanya dilakukan pada batang yang berdiameter ≥ 5 cm. Setiap petak dibuat sub petak pengamatan serasah berukuran 0,5 m x 0,5 m. Data sekunder meliputi data kondisi lokasi penelitian diantaranya letak, luas, keadaan umum lokasi (morfologi dan curah hujan), data kondisi potensi hutan serta kondisi fisik areal hutan. Data sekunder diperoleh melalui studi pustaka.

Penentuan petak pengamatan

Populasi penelitian adalah hutan mangrove sedangkan unit penelitian adalah plot tegakan api-api. Penentuan jumlah petak dilakukan dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas areal hutan mangrove desa Margasari} &= 817,59 \text{ ha} \\ \text{Luas unit penelitian (petak ukur)} &= 20\text{m} \times 20\text{m} = 400 \text{ m}^2 = 0,04 \text{ ha} \\ \text{Intensitas sampling (IS)} &= 0,1 \% \text{ jumlah petak contoh} \end{aligned}$$

Penentuan jumlah petak pengamatan merujuk pada Indriyanto (2006) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas yang diamati} &= \text{IS} \times \text{Luas areal hutan} \\ &= 0,1\% \times 817,59\text{ha} = 0,81759 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah unit penelitian} = \frac{\text{Luas yang diamati}}{\text{Luas petak ukur}} = \frac{0,81759 \text{ ha}}{0,04 \text{ ha}} = 20,44 \text{ plot} = 20 \text{ plot}$$

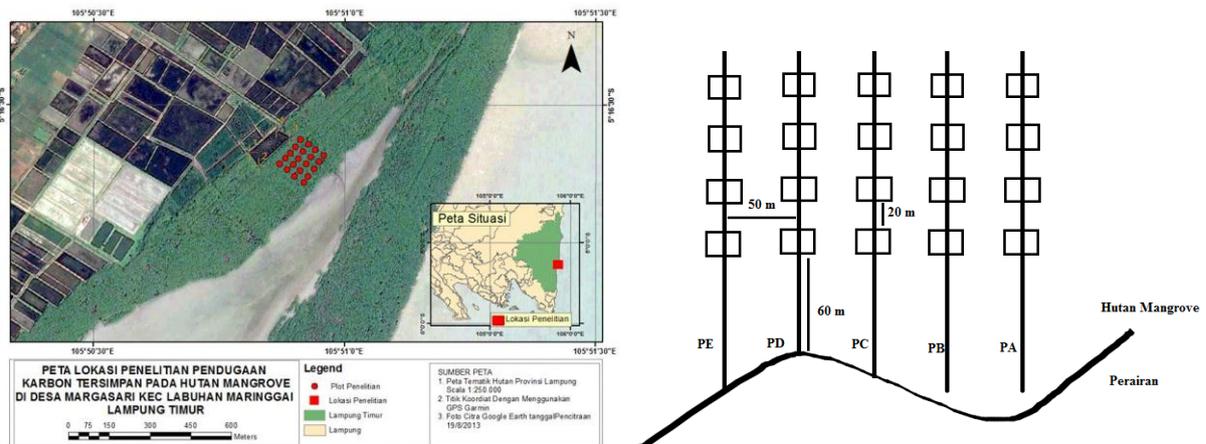
Hutan mangrove yang merupakan hutan peralihan antara teresterial dengan perairan sehingga memungkinkan adanya efek tepi (*edge effect*) antara hutan mangrove dengan wilayah perairan. Tepi penempatan petak dilakukan dengan memberikan jarak 60 meter dari tepi perairan ke dalam hutan mangrove untuk menghindari efek (Susilowati, 2004).

Pengambilan Data

Pengumpulan data biomassa batang dilakukan dengan mengukur diameter setinggi dada dalam petak pengamatan 20 m x 20 m. Pengukuran diameter hanya dilakukan pada batang yang berdiameter ≥ 5 cm menggunakan pita meter (Imiliyana, *et al.*, 2011). Pengumpulan data biomassa serasah dilakukan pada sub petak pengamatan serasah berukuran 0,5 m x 0,5 m pada masing-masing petak.

Semua serasah yang ada dalam sub petak tersebut diambil, dibersihkan dari lumpur kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat basah total. Serasah yang diambil, kemudian dijadikan sub contoh seberat 100 gr. Apabila berat seluruh contoh dari suatu petak tidak

mencapai 100 gr maka seluruh serasah dari petak contoh tersebut dianggap sub contoh. Serasah dioven pada temperatur 80⁰C sampai bobotnya konstan (Hairiah dan Rahayu, 2007).



Gambar 1. Jalur berpetak pengambilan sampel penelitian di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

Jumlah Karbon Tersimpan

Penentuan karbon tersimpan dilakukan dengan menggunakan angka konversi, yaitu 46% dari total biomassa dikarenakan konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya 46% (Hairiah dan Rahayu, 2007). Penghitungan biomassa tegakan mangrove dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik *Avicenia marina* yaitu $B = 0,1848D^{2,3624}$ (Dharmawan dan Siregar, 2008). Dalam hal ini, B adalah biomassa dan D adalah diameter. Pengukuran biomassa serasah dilakukan dengan cara menimbang sampel pada berat kering konstan. Total berat kering ditentukan dengan menggunakan persamaan menurut Hairiah dan Rahayu (2007), yaitu:

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BK sub contoh (gr)}}{\text{BB sub contoh (gr)}} \times \text{total BB contoh (gr)}$$

Keterangan:

BK = berat kering BB = berat basah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Karbon Tersimpan pada Batang

Hasil karbon tersimpan pada batang pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dapat dilihat pada Tabel 1.

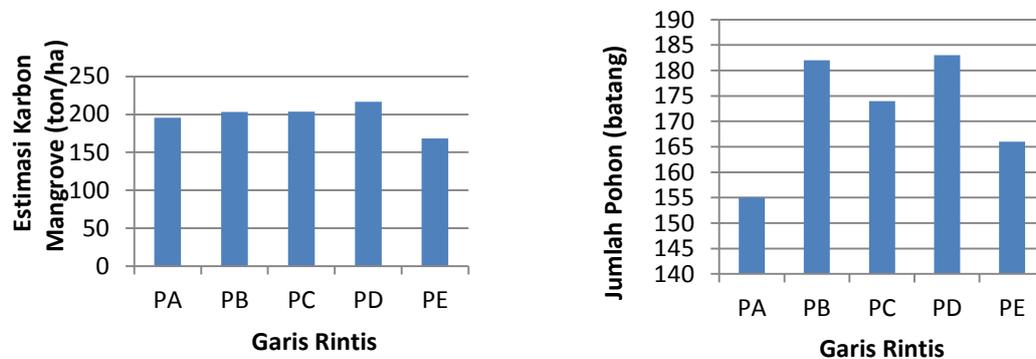
Tabel 1. Estimasi Karbon Tersimpan pada batang di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

Garis Rintis	Biomassa (kg/m ²)	Biomassa (ton/ha)	Karbon Tersimpan (ton/ha)*
PA	42,49	424,90	195,45
PB	44,15	441,50	203,09
PC	44,29	442,90	203,73
PD	47,06	470,60	216,48
PE	36,54	365,40	168,08
Jumlah	214,53	2145,30	986,83
Rata-rata	42,906	429,06	197,36

Sumber : Data Primer (2016)

Ket : *karbon tersimpan didapat dari total biomassa dikalikan 0,46

Tabel 1 menunjukkan rata-rata estimasi biomassa pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur sebesar 429,06 ton/ha. Rata-rata estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove tersebut adalah sebesar 197,36 ton/ha. Secara sederhana perbandingan total karbon pada setiap garis rintis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan karbon tersimpan dengan jumlah pohon pada tiap garis rintis hutan mangrove Desa Margasari.

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah pohon yang sedikit tidak selalu menyimpan karbon yang sedikit pula dan sebaliknya. Pada Gambar 2 dapat dilihat, jumlah pohon pada garis rintis PA yang sedikit tetapi menyimpan karbon yang relatif besar dibandingkan garis rintis lainnya yang jumlah pohonnya lebih banyak. Hal tersebut disebabkan rata-rata diameter pohon pada garis rintis PA lebih besar daripada diameter rata-rata pohon pada garis rintis yang lain.

Perbedaan karbon pada garis rintis (Gambar 2) dipengaruhi nilai biomassa pada tiap garis rintis. Jumlah biomassa dipengaruhi oleh diameter pohon. Semakin besar diameter pohon menunjukkan biomassa pohon semakin besar. Bertambah besarnya diameter menunjukkan semakin banyaknya CO₂ yang diserap pohon tersebut. Tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis.

Tegakan mangrove memiliki potensi besar dalam menyerap karbon. Hal ini didasarkan pada nilai produksi bersih yang dapat dihasilkan oleh hutan mangrove, yaitu biomassa total 62,9-398,8 ton/ha (Kusmana, 2002). Apabila dibandingkan dengan data dari Kusmana (2002) tersebut, maka biomassa yang tersimpan di hutan mangrove Desa Margasari termasuk tinggi, yaitu sebesar 429,06 ton/ha. Karbon tersimpan pada tegakan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur relatif tinggi yaitu 197,36 ton/ha dibandingkan dengan Dharmawan dan Siregar (2008) yang memiliki kandungan karbon pada tegakan *Avicennia marina* di KPH Purwakarta sebesar 182,5 ton/ha.

Estimasi Karbon Tersimpan pada Seresah

Tabel 2 menunjukkan rata-rata estimasi karbon pada seresah hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur sebesar 1,25 ton/ha. Menurut Hidayanto, *et al.* (2004), semakin besar vegetasi pada hutan mangrove akan memiliki kemampuan besar untuk menghasilkan seresah organik yang merupakan penyusun utama bahan organik dalam tanah. Ellison dan Simmonds (2003) dikutip oleh Yulma (2012), menyatakan bahwa produksi seresah api-api minimum terjadi pada musim dingin (Juni–September), sedangkan produksi maksimum terjadi pada musim semi (Agustus–Desember). Hal tersebut dapat diartikan produksi seresah mempengaruhi suatu simpanan karbon pada

seresah. Estimasi karbon tersimpan pada serasah hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi karbon tersimpan pada serasah di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

Garis Rintis	Biomassa (ton/ha)	Estimasi Karbon Tersimpan (ton/ha)*
PA	2,64	1,21
PB	3,03	1,40
PC	2,53	1,16
PD	2,45	1,13
PE	2,99	1,37
Jumlah	13,64	6,24
Rata-rata	2,72	1,25

Sumber : Data Primer (2016)

Ket : * karbon tersimpan didapat dari total biomassa dikalikan 0,46

Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove

Estimasi karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur merupakan total penjumlahan dari karbon pohon dan serasah. Adapun hasil perhitungan karbon tersimpan pada hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi karbon tersimpan hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

	Karbon Tersimpan (ton/ha)		Total Karbon Tersimpan (ton/ha)
	Batang	Serasah	
Total	197,36	1,25	198,61
Persentase (%)	99,37	0,63	100

Sumber: Data Primer (2016)

Rata-rata karbon tersimpan di atas permukaan tanah di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur sebesar 198,61 ton/ha. Hasil tersebut didapat dari simpanan karbon pada pohon dan serasah. Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa simpanan karbon pada batang memiliki nilai yang lebih besar dibanding estimasi simpanan karbon pada serasah. Kemampuan simpanan karbon pada tegakan lebih besar, yaitu 99,37% (197,36 ton/ha) dibandingkan dengan simpanan karbon pada serasah yaitu 0,63% (1,25 ton/ha). Hal ini disebabkan karena serasah mengalami dekomposisi, yaitu serasah yang telah mati akan diurai menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke dalam tanah dan atmosfer (CH₄ atau CO₂). Sejalan dengan itu, Smith (1980) dikutip oleh Yulma (2012), menyebutkan bahwa proses dekomposisi adalah gabungan dari proses fragmentasi, perubahan struktur fisik dan kegiatan enzim yang dilakukan oleh dekomposer yang merubah bahan organik menjadi senyawa anorganik. Dapat dikatakan bahwa karbon yang disimpan pada serasah akan kembali ke atmosfer, sehingga dalam waktu relatif cepat dapat diartikan serasah tidak dapat menyimpan karbon secara efektif. Hal ini dapat dijadikan perhatian bahwa kelestarian tegakan mangrove perlu dijaga mengingat simpanan karbonnya yang besar dapat mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer.

Hasil biomassa hutan mangrove di Desa Margasari menghasilkan 431,78 ton/ha. Jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Bismark *et al.* (2008) di hutan mangrove Siberut yang memperoleh biomassa sebesar 49,13 ton/ha. Begitu pula dengan hasil

penelitian Anwar *et al.* (1984) dikutip oleh Heriyanto dan Subiandono (2012) pada hutan mangrove Merbok yang mendapatkan biomasa sebesar 245 ton/ha.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Dharmawan dan Siregar pada tahun 2008 pada tegakan *Avicennia marina* di hutan mangrove Purwakarta menghasilkan estimasi stok karbon sebesar 182,5 ton/ha. Jumlah tersebut lebih rendah dibandingkan simpanan karbon hutan mangrove Desa Margasari, yaitu 198,61 ton/ha. Begitu pula dengan hasil penelitian Mandari *et al.* (2016) pada ekosistem hutan mangrove di kawasan Bandar Bakau Dumai yang mendapatkan karbon simpanan sebesar 57,91 ton/ha dengan total biomassa 115,91 ton/ha.

Jika satu ha di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur mampu menyimpan karbon sebesar 198,61 ton/ha, maka hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur dengan luasnya 817,59 ha mampu menyimpan karbon sebesar $\pm 162.381,5$ ton.

Karbon tersimpan di hutan mangrove Desa Margasari yang memiliki simpanan karbon sebesar 198,61 ton/ha juga lebih tinggi dibanding estimasi karbon pada hutan teresterial lainnya. Penelitian Yamani (2013) menunjukkan estimasi simpaan karbon pada hutan alam sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin sebesar 81,59 ton/ha, sedangkan pada lahan agroforestry, Aprianto (2015) pada sistem agroforestri di KPHL Batutegei mendapatkan 178,24 ton/ha. Perbandingan dua kawasan hutan tersebut menunjukkan bahwa estimasi simpanan karbon pada hutan mangrove lebih tinggi.

Berdasarkan perbandingan estimasi simpanan karbon hutan mangrove dengan hutan mangrove di daerah lain dan jenis hutan teresterial, bahwa estimasi simpanan karbon hutan mangrove di Desa Margasari relatif tinggi. Ini berarti hutan tersebut efektif dalam menyimpan karbon. Artinya hutan mangrove di Desa Margasari perlu dipertahankan serta dilestarikan ekosistemnya. Cara yang dapat dilakukan dengan gerakan penghijauan untuk tetap menjaga kelestarian hutan mangrove. Disisi lain, apabila hutan mangrove terjaga dengan baik maka mangrove minor dapat tumbuh dengan baik, masyarakat sekitar hutan dapat memanfaatkan jenis mangrove minor seperti jeruju (*Acanthus ilicifolius*) yang dapat dijadikan bahan makanan yang bernilai ekonomis sehingga dapat membantu perekonomian masyarakat sekitar.

Estimasi simpanan karbon pada hutan mangrove mempunyai peluang yang cukup menarik bagi upaya konservasi hutan yang dianggap sulit untuk dilakukan. Upaya konservasi akan memberikan tiga aspek penting bagi keberlangsungan hutan mangrove yaitu perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatan. Hal tersebut dapat dijadikan strategi tersendiri bagi tripatit pengelola (Universitas Lampung, Pemerintah Kabupaten Lampung Timur dan Masyarakat) untuk melakukan upaya konservasi dengan menduga nilai suatu hutan yaitu estimasi karbon tersimpan.

I. SIMPULAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur adalah 197,36 ton/ha dan serasah 1,25 ton/ha, sehingga total karbon tersimpan hutan mangrove tersebut adalah 198,61 ton/ha.

B. SARAN

Perlu ditingkatkan kelestarian serta memperluas hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, D. 2015. *Karbon tersimpan pada kawasan sistem agroforestri di Register 39 Datar Setuju KPHL Batuteji Kabupaten Tanggamus*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Lampung. 87p.
- Bismark, M., Heriyanto, N.M.dan Iskandar,S. 2008. Keragaman dan potensi jenis serta kandungan karbon hutan mangrove Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. (3): 297 - 306.
- Cahyaningrum, S. T., Hartoko A. dan Suryanti. 2014. Biomassa karbon mangrove pada kawasan mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimun Jawa. Universitas Diponegoro. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3: 34 - 42.
- Dharmawan, I. W. S. dan Siregar, C. H. 2008. Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina (forsk) vierh.* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(4): 317 - 328.
- Donato, C. D., Kauffman, J., Murdiyarso, B., Kurnianto, S., Stidham, M dan Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*. 4: 293 - 297.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan*. Buku.World Agroforestry Centre. ICRAF, SEA Regional Office. University of Brawijaya. Indonesia. 77p.
- Hidayanto, W., Heru, A. dan Yossita. 2004. Analisis tanah tambak sebagai indikator tingkat kesuburan tambak. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*.7 (2): 11p.
- Indriyanto.2006. *Ekologi Hutan*. Buku. Jakarta: Bumi Aksara. 210p.
- Imiliyana, A., Muryono,M. dan Purnobasuki, H. 2012. Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Camplong, Sampang-Madura. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 13p.
- Kusmana, C. 2002. *Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jakarta, 6-7 Agustus2002. 6 - 9p.
- Kustanti. A., Nugroho, B., Nurrochmat D. R. dan Yosuke, O. 2014. Evolusi hak kepemilikan dalam pengelolaan ekosistem hutan mangrove di Lampung Mangrove Center. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1(3) : 143 - 158.
- Lembaga Penelitian Unila. 2010. *Lampung Mangrove Center Pengelolaan Kolaboratif Hutan Mangrove Berbasis Pemerintah, Masyarakat dan Perguruan Tinggi*. 19p.
- Mandari, D. Z., Gunawan, H. dan Isda, M. N. 2016. Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Damai. *Jurnal Riau Biologia*. 1(3): 17 - 23.
- Manuri, S., Putra C.A.S. dan Saputra, A. D. 2011. Teknik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang *redd pilot project-german international cooperation (mrpp-giz)*. Palembang. 91p.
- Putra, A. K. 2015. Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: studi Di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 3 (2): 67 - 78.
- Suharjo, B. H. dan Wardhana, H. F.P. 2011. Pendugaan potensi simpanan karbon pada tegakan pinus (*Pinus merkusii Jungh. Et de Vriese*) di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3 (1): 96 - 100.

- Susilowati, A., Indrowuryatno., Wiryanto., Winarno (Alm) dan Setyawan, A. D. 2004. Tumbuhan mangrove di pesisir jawa tengah: 3. diagram profil vegetasi. *Jurnal Biodiversitas*. 9(4): 315 - 321.
- Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. 2014. 96 Persen Hutan Mangrove di Lampung Hilang. <http://www.walhilampung.org/?p=1058>. Diakses pada 19 September 2016.
- Yamani, A. 2013. Studi kandungan karbon pada hutan alam sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Hutan Tropis*. 1 (1): 6 - 7.
- Yulma. 2012. *Kontribusi Bahan Organik dari Mangrove Api-api (Avicennia marina) sebagai Bahan Evaluasi Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Thesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 100p.
- Yuniawati, Budi Aman A. dan Elias. 2011. Estimasi Potensi Biomassa dan Massa Karbon Hutan Tanaman *Acacia crassicarpa* Di Lahan Gambut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29 (4): 343 - 355.
- Zainuddin, T. dan Gunawan, I. 2014. Bakau dibabat kiamat mendekat. *Tabloid Boemi Poetra*. 1: 1 - 15.