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

(Skripsi)

Oleh

Cahyaning Windarni

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2017

ABSTRAK

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

Oleh

Cahyaning Windarni

Meningkatnya kandungan karbondioksida (CO_2) serta berkurangnya luas hutan sebagai penyerap CO_2 di atmosfer merupakan penyebab pemanasan global. Salah satu solusi untuk menurunkan kandungan CO_2 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 seresah 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 selanjutnya 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 seresah 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

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

By

Cahyaning Windarni

CO_2 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 sistematically. 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*

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

Oleh

Cahyaning Windarni

Skripsi

sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN

pada

Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017

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

Nama Mahasiswa : Cahyaning Windarni

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214151013

Jurusan : Kehutanan

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.
NIP 195908111986031001

Rusita, S.Hut., M.P.
NIP 198007032012122001

2. Ketua Jurusan Kehutanan

Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.
NIP 197705032002122002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si.** .....

Sekretaris : **Rusita, S.Hut., M.P.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Christine Wulandari, M.P.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **26 Januari 2017**

Kupersembahkan karya kecil ini, untuk Bapak Ahmad Widodo dan Mamak Darni yang selalu memanjatkan doa disetiap sujud mereka serta Mas Agus Supriyanto dan Adik Putri Windarni tercinta yang selalu memberi motivasi, perhatian dan kasih sayang untukku

RIWAYAT HIDUP

Segala puji hanya milik Allah SWT, penulis dilahirkan di Bandar Jaya Lampung Tengah pada tanggal 20 Agustus 1994, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ahmad Widodo dan Ibu Darni. Jenjang studi dimulai pada tahun 2000 dari SD An-Nur Bandar Jaya selesai pada tahun 2006, melanjutkan pendidikan di SMP Islam Terpadu Bustanul ‘ulum dan selesai pada tahun 2009. Melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar dan selesai pada tahun 2012. Tahun 2012 penulis terdaftar sebagi mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur tes tertulis.

Tahun 2015 penulis melakukan Praktek Umum selama ± 1 bulan di KPH Purworejo BKPH Karanganyar, Jawa Tengah. Penulis juga pernah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama ± 40 hari di Desa Kecubung Raya Kecamatan Meraksa Aji Kabupaten Tulang Bawang pada tahun 2015. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Biometrika Hutan, Metode Inventarisasi Flora dan Fauna dan Hidrologi Hutan.

SANWACANA

Asslamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas izin-Nya penulis dapat menyelesai-kan penelitian dan penulisan karya ilmiah yang berjudul **”Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur”** Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan pada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan guna langkah penulis berikutnya yang lebih baik. Namun terlepas dari keterbatasan tersebut, penulis mengharapkan skripsi ini akan bermanfaat bagi pembaca.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si. sebagai pembimbing pertama dan Ibu Rusita, S.Hut., M.P. sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan petunjuk kepada penulis mulai dari awal penyusunan proposal penelitian sampai skripsi ini terselesaikan.

2. Ibu Dr. Ir. Christine Wulandari, M.P. selaku dosen penguji atas saran dan kritik yang telah diberikan hingga selesainya penulisan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
5. Bapak Subag selaku pihak pengelola hutan mangrove di Desa Margasari yang telah membantu penulis mengumpulkan data di lapangan.
6. Bapak Ahmad Widodo dan Ibu Darni yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis.
7. Kakak Agus Supriyanto dan Adik Putri Windarni yang selalu memberikan keceriaan dan semangat untuk penulis.
8. Rayi Nindya Lestari yang selalu menemani setiap langkah di perkuliahan.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan mereka semua yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, Februari 2017

Cahyaning Windarni

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii

I. PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Kerangka Penelitian 5

II. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Hutan Mangrove 8
2.1.1 Pengertian Hutan Mangrove 8
2.1.2 Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) 10
2.2 Biomassa dan Karbon 13
2.2.1 Biomassa 13
2.2.1.1 Pengertian Biomassa 13
2.2.1.2 Perhitungan Biomassa 14
2.2.2 Karbon 16
2.2.2.1 Pengertian Karbon 16
2.2.2.2 Siklus Karbon 18
2.3 Biomassa Karbon pada Hutan Mangrove 20

III. METODE PRAKTIK UMUM
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 22
3.2.1 Alat 22
3.2.2 Bahan 22
3.3 Batasan Penelitian 23
3.4 Data yang dikumpulkan 23
3.4.1 Data Primer 23
3.4.2 Data Sekunder 24
3.5 Pengumpulan Data 24
3.5.1 Penentuan Petak Pengamatan 24
3.5.2 Biomassa Tegakan pada *Avicennia marina* 26
3.5.3 Biomassa Serasah 27
3.6 Jumlah Karbon Tersimpan 27
3.6.1 Biomassa Tegakan 27
3.6.2 Biomassa Serasah 27

Halaman

3.6.3 Pendugaan Karbon Tersimpan 28

IV. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

4.1 Keadaan Umum 29
4.1.1 Letak dan Luas 29
4.1.2 Keadaan Fisik Lokasi 30
4.1.3 Pembagian Luas Desa Margasari Menurut Tata Guna Lahan 31
4.2 Kondisi Hutan Mangrove 32
4.2.1 Luas Hutan Mangrove 32
4.2.2 Keadaan Fisik Hutan Mangrove 33
4.2.3 Pengelolaan Hutan Mangrove 34

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Estimasi Karbon Tersimpan pada Batang 35
5.2 Estimasi Karbon Tersimpan pada Seresah 39
5.3 Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove 40

VI. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan 46
6.2 Saran 46

DAFTAR PUSTAKA 48

LAMPIRAN 53
Tabel 6-7 54-55
Gambar 5-12 56-59

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Pembagian Luas Desa Margasari Menurut Tata Guna Lahannya 31

2. Perubahan tutupan hutan mangrove di Labuhan Maringgai tahun 1973-2013 32

3. Estimasi karbon tersimpan pada tegakan di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur 35

4. Estimasi karbon tersimpan pada serasah di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur 39

5. Estimasi karbon tersimpan pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur..... 40

6. Hasil jumlah allometrik tiap plot hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur..... 54

7. Total berat kering serasah pada Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur..... 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Diagram alir kerangka penelitian 7

2. Skematis cara menentukan ketinggian pengukuran dbh batang pohon yang tidak beraturan bentuknya (Weyerhaeuser dan Terniseit, 2000 *yang dikutip oleh* Hairiah dan Rahayu, 2007)..... 10

3. Peta jalur titik penelitian di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur 26

4. Perbandingan karbon tersimpan batang dengan jumlah pohon pada tiap garis rintis hutan mangrove Desa Margasari 37

5. Kondisi hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur 56

6. Pembuatan petak ukur 20 m x 20 m untuk pengukuran biomassa tegakan *Avicennia marina*..... 56

7. Pengambilan serasah *Avicennia marina* pada plot 0,5m x 0,5m 57

8. Pengukuran diameter pohon setinggi dada 57

9. Membersihkan seresah dari lumpur yang menempel dengan air..... 58

10. Pengeringan serasah dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang berlebih..... 58

11. Pengovenan serasah untuk mendapatkan berat kering..... 59

12. Penimbangan serasah setelah didapatkan kering konstan..... 59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global merupakan salah satu isu dunia saat ini. Penyebab utama terjadi pemanasan global adalah meningkatmya gas-gas rumah kaca, terutama sisa pembakaran yang mengudara seperti karbon dioksida dan metana (Manuri, *et al*., 2011). Disisi lain, luas hutan berkurang sehingga tidak dapat menyerap konsentrasi karbon dioksia di atmosfer. Meningkatnya jumlah karbon dioksida di atmosfer menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang mengakibatkan temperatur di bumi meningkat secara terus-menerus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dharmawan (2010) bahwa tingginya kandungan karbondioksida di atmosfer merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim yang berdampak pada temperatur bumi yang secara terus menerus meningkat.

Solusi untuk permasalahan pemanasan global yaitu dengan adanya keberadan hutan. Kemampuan hutan dalam menyerap karbon dioksida yang mengudara memiliki peranan penting dalam pengendalian karbon yang ada di atmosfer. Hutan dapat menyerap karbon berasal dari vegetasi yang dapat melakukan proses fotosintesis. Proses metabolisme pohon berupa fotosintesis, yaitu tumbuhan diberi kemampuan untuk mengkonsumsi karbon dioksida di atmosfer dan mengubahnya menjadi bentuk energi (gugus gula) yang bermanfaat bagi

kehidupan. Sebagian besar energi ini disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Hutan dengan kemampuannya menyerap karbon dioksida melalui proses fotosintesis merupakan upaya alternatif mengatasi permasalahan pemanasan global. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan melalui kegiatan rahabilitasi hutan. Kegiatan 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 (*source*) dan penyerapnya (*sink*), termasuk simpanan karbon (*carbon stock*) (Prasetyo, *et al*., 2012).

Salah satu tipe ekosistem hutan yaitu ekosistem hutan mangrove. Hutan mangrove adalah hutan yang tumbuh di muara sungai atau daerah pasang surut air laut. Tumbuhan mangrove bersifat unik karena merupakan gabungan dari ciri-ciri tumbuhan yang hidup di darat dan di laut (Mulyani dan Fitriani, 2013). Ekosistem hutan mangrove memiliki kemampuan mengikat karbon jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terestrial dan hutan hujan tropis. Khusus di wilayah Indo-Pasifik, stok karbon yang tersimpan dalam ekosistem mangrove lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan hutan terestrial (Donato, *et al*., 2011). Ekosistem mangrove Indonesia mampu menyerap karbon di udara sebanyak 67,7 $MtCO_2$ per tahun (Sadelie, *et al*., 2012). Kusmana (2002) menyatakan nilai produksi bersih yang dapat dihasilkan hutan mangrove pada biomassa 62,9-398,8 ton/ha sedangkan guguran seresah 5,8-25,8 ton/ha/tahun.

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 luas hutan mangrove 3.108 ha yaitu 3,31% dari potensi lahan seluas 93.938,84 ha.

Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kawasan hutan manggrove. Salah satu desa yang memiliki hutan mangrove di Kabupaten Lampung Timur adalah Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai. Hutan mangrove di Desa Margasari memiliki luas hutan mangrove ±700 ha yang berada di Pantai Timur Lampung (Lembaga Penelitian Unila, 2010). Hutan manggrove Desa Margasari sedang mengalami pertumbuhan sekunder, yaitu dengan meluasnya areal hutan manggrove hasil upaya rehabilitasi manggrove yang dimulai sejak tahun 1995 (Lembaga Penelitian Unila, 2010). Menurut Putra (2015) pada tahun 2014 luas hutan mangrove Desa Margasari sudah mencapai 817,59 ha.

Jenis mangrove yang mendominasi hutan mangrove di Desa Margasari yaitu jenis api-api (*Avicennia marina*). Hal ini sesuai dengan Kustanti, *et al*. (2014) pada 1998-2004 telah muncul tanah timbul dan jenis mangrove pionir api-api seluas 200 ha dengan status kepemilikan negara sehingga penelitian ini memfokuskan pada objek penelitian api-api.

Menurut Suharjo (2011), dengan mengetahui besar cadangan karbon tersimpan pada hutan maka dapat diketahui fungsi kawasan tersebut serta dapat menjadi mitigasi perubahan iklim. Usaha mengetahui potensi hutan mangrove sebagai pengikat karbon lebih baik dan sebagai mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan penelitian mengenai estimasi karbon yang tersimpan pada hutan mangrove

khususnya hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa besar karbon yang tersimpan pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah estimasi besar karbon yang tersimpan pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur bagi pemerintah setempat.
2. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

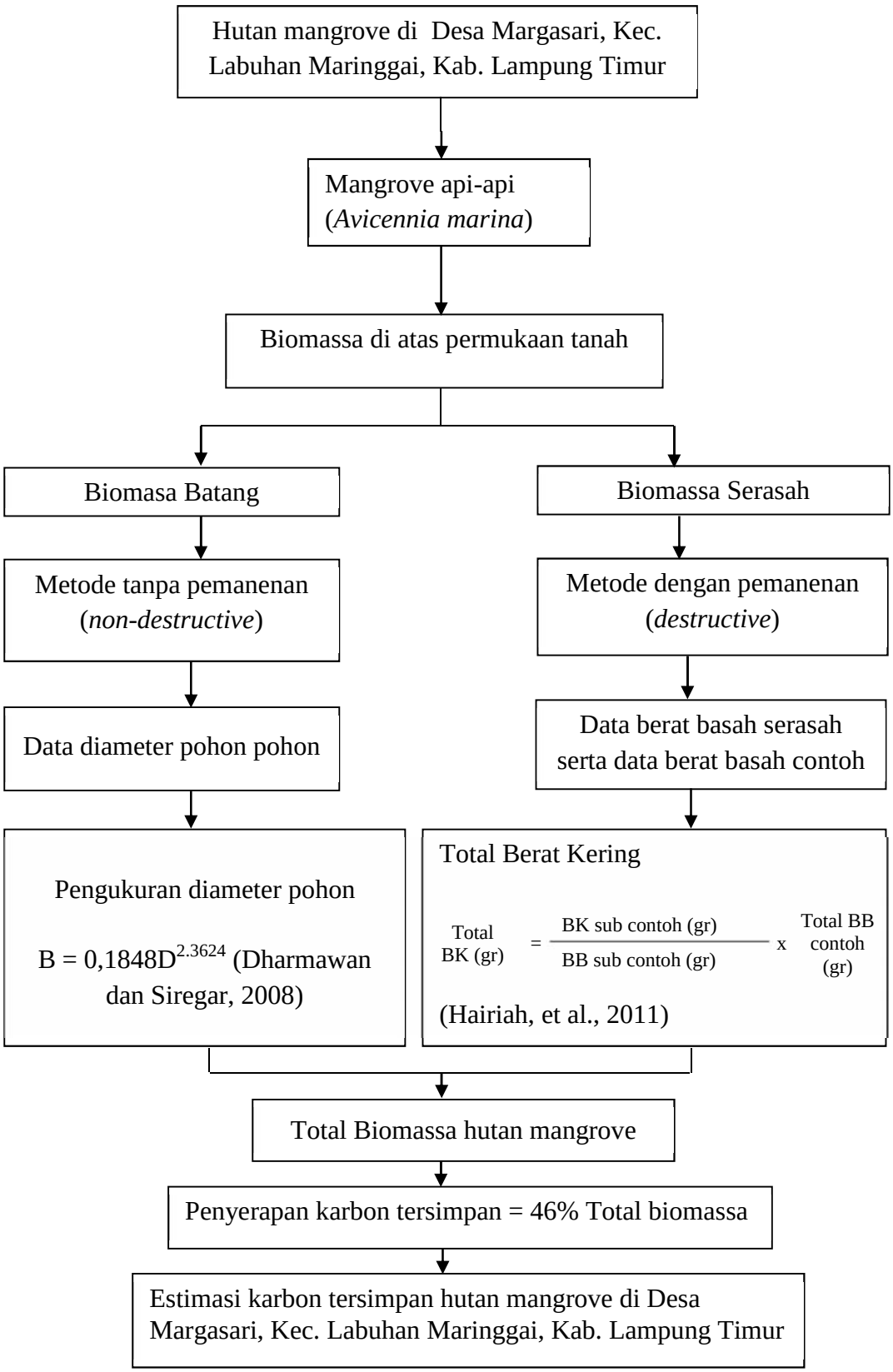
1.5 Kerangka Penelitian

Hutan mangrove selain berfungsi sebagai penahan abrasi pantai, bisa menjadi pencegah terlepasnya karbon ke atmosfer dengan menyerap karbon dioksida dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Hal ini dapat menjadi suatu langkah dalam pemanfaatan hutan tanpa merusak dengan menduga karbon tersimpan dalam hutan mangrove serta dapat memberikan solusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Estimasi karbon yang tersimpan pada hutan mangrove dapat diketahui dengan mengetahui besarnya biomassa tanaman. Biomassa tanaman dapat diketahui dengan dua cara, yaitu cara *destructive* (merusak bagian tanaman) dan cara *non destructive* (tidak merusak bagian tanaman). Metode *destructive* biasanya lazim digunakan untuk mengukur biomassa tumbuhan bawah dan nekromassa (pohon mati), sedangkan metode *non destructive* digunakan untuk mengukur biomassa pohon yang biasanya menggunakan persamaan allometrik.

Inventarisasi karbon hutan memiliki 4 *carbon pool* (kantong karbon atau tempat atau bagian ekosistem yang menjadi tempat karbon tersimpan) salah satunya biomassa atas permukaan, yaitu semua material hidup di atas permukaan. Termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan. Penelitian ini menggunakan biomassa atas permukaan dengan mengetahui diameter dan seresah. Penelitian ini dibatasi pada pengamatan jenis api-api yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara *non destructive* pada biomassa pohon dan cara *destructive* pada biomassa seresah. Alasan yang mendasarinya pemilihan jenis api-api karena jenis tersebut yang

mendominasi jenis mangrove di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringga Kabupaten Lampung Timur.

Estimasi karbon tersimpan pada biomassa batang menggunakan persamaan allometrik sedangkan seresah menggunakan biomassa total berat kering tiap plot. Biomasa total dihitung dengan menjumlahkan biomassa batang dengan biomassa seresah. Penentuan karbon tersimpan dilakukan dengan menggunakan angka konversi, yaitu 46% dari total biomassa (Hairiah, *et*. *al*., 2011).



Gambar 1. Diagram alir kerangka penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan Mangrove

2.1.1 Pengertian Hutan Mangrove

Hutan mangrove didefinisikan sebagai suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di pantai yang terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat pasang dan bebas dari genangan pada saat surut serta komunitas tumbuhannya toleran terhadap garam. Sedangkan ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana, 2009).

Hutan mangrove merupakan ekosistem utama pendukung kehidupan penting di wilayah pesisir dan kelautan karena berbagai fungsi dan manfaat dapat dihasilkannya. Namun demikian, penggalian potensi yang dapat dihasilkan dari hutan mangrove, antara lain adalah pengukuran potensi hutan mangrove sebagai penyerap karbon (Dharmawan, 2010).

Hutan mangrove merupakan suatu varietas komunitas yang didominasi oleh beberapa spesies pohon yang khas atau semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan asin (Nybakken, 1992). Hutan mangrove meliputi

8 famili, dan terdiri atas 12 genera tumbuhan berbunga *: Avicennia, Sonneratia, Rhyzophora, Bruguiera, Ceriops, Xylocarpus, Lummitzera, Laguncularia, Aegiceras, Aegiatilis, Snaeda* dan *Conocarpus* (Tomlinson,1994; Bengen, 2000; Hogarth, 2007).

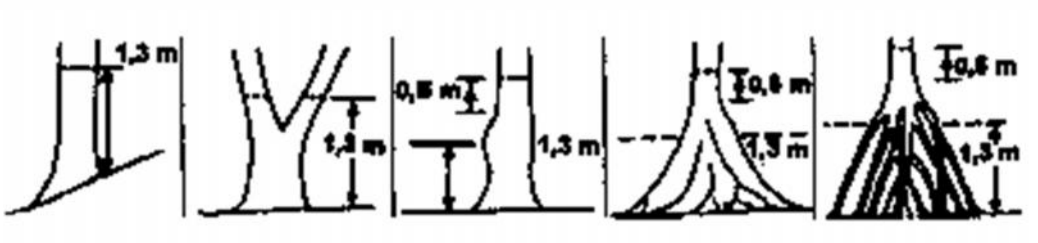
Kata mangrove mempunyai dua arti, pertama sebagai komunitas, yaitu komunitas atau masyarakat tumbuhan atau hutan yang tahan terhadap kadar garam/salinitas (pasang surut air laut) dan kedua sebagai individu spesies (Supriharyono, 2000).

Hutan mangrove didefinisikan sebagai hutan yang tumbuh di daerah pantai, biasanya terdapat di daerah teluk dan di muara sungai yang dicirikan oleh: tidak terpengaruh iklim, dipengaruhi pasang surut air laut, tanah tergenang air laut, tanah rendah pantai, hutan tidak mempunyai struktur tajuk, jenis-jenis pohonnya biasanya terdiri atas api-api (*Avicennia Sp*), pedada (*Sonneratia*), bakau (*Rhizopora Sp*), lacang (*Bruguiera Sp*), nyirih (*Xylocarpus Sp*), nipah (*Nypa Sp*) dan lain-lain (Soerianegara dan Indarwan, 1982).

Menurut Gunarto (2004), mangrove tumbuh subur di daerah muara sungai atau estuari yang merupakan daerah tujuan akhir dari partikel-partikel organik ataupun endapan lumpur yang terbawa dari daerah hulu akibar adanya erosi. Kesuburan daerah ini juga ditentukan oleh adanya pasang surut yang menransportasi nutrient.

Tomlinson (1986) membagi flora mangrove menjadi 3 elemen, yaitu elemen mangrove mayor, elemen mangrove minor dan elemen mangrove asosiasi. Elemen mayor adalah mangrove yang hanya hidup pada daerah mangrove, secara alami hanya terdapat pada ekosistem mangrove dan tidak ditemukan di komunitas

teresterial/darat. Elemen mayor juga memiliki peran utama dalam struktur komunitas vegetasi mangrove dan memiliki kemampuan untuk membentuk tegakan murni (*pure stand*).



Gambar 2. Skematis cara menentukan ketinggian pengukuran dbh batang pohon yang tidak beraturan bentuknya (Weyerhaeuser dan Terniseit, 2000 *yang dikutip oleh* Hairiah dan Rahayu, 2007).

2.1.2 Mangrove Api Api (*Avicennia marina*)

Api-api atau di dunia dikenal sebagai *black mangrove* mungkin merupakan jenis terbaik dalam proses menstabilkan tanah habitatnya karena penyebaran benihnya mudah, toleransi terhadap temperartur tinggi, cepat menumbuhkan akar pernafasan (akar pasak) dan sistem perakaran di bawahnya mampu menahan endapan dengan baik (Wonatorei, 2013).

Avicennia marina adalah salah satu jenis mangrove yang masuk ke dalam kategori mangrove mayor. Status tersebut menyebabkan api-api hampir selalu ditemukan pada setiap ekosistem mangrove. Masyarakat mengenal api-api sebagai api-api putih. Kerabat lain api-api yang biasa dijumpai hidup bersama adalah *Avicennia alba* atau api-api hitam, *Avicennia officinalis* atau api-api daun lebar serta *Avicennia rumhiana* yang mulai jarang ditemukan. Sejauh ini diketahui sekitar delapan spesies yang menyebar di dua kawasan perairan utama di wilayah tropis,

yakni di Dunia Lama (Afro-Asia dan Australasia) dan Dunia Baru (Pasifik Timur dan Karibia). Akan tetapi khusus di Indonesia hanya umum dijumpai empat jenis. Kebanyakan jenisnya merupakan jenis pionir dan oportunistik , serta mudah tumbuh kembali. Pohon-pohon api-api yang tumbang atau rusak dapat segera tumbuh kembali, sehingga mempercepat pemulihan tegakan yang rusak. Akar napas api-api yang padat, rapat dan banyak sangat efektif untuk menangkap dan menahan lumpur serta berbagai sampah yang terhanyut di perairan. Jalinan perakaran ini juga menjadi tempat mencari makanan bagi aneka jenis kepiting bakau, siput dan teritip (Halidah, 2014).

Beberapa hasil penelitian Halidah (2014) menjelaskan beberapa manfaat tanaman api-api antara lain.

1. Sebagai bahan makanan, buah api-api dapat dibuat keripik seperti kacang kapri dan rasanya gurih serta renyah seperti emping melinjo. Dari hasil penelitian menunjukkan komposisi hasil analisis dari bagian tanaman api-api menunjukkan bahwa bagian biji tanaman mengandung protein sebanyak 10,8% dan karbohidrat sebanyak 21,4%, sehingga biji tanaman tersebut dapat dijadikan alternatif sebagai bahan pangan. Protein dapat dimanfaatkan dalam tubuh sebagai sumber nutrisi sel untuk tumbuh dan berkembang. Di lain pihak, karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi bagi tubuh. Dengan sedikitnya kandungan lemak pada biji, maka kecil kemungkinan untuk mendapatkan kandungan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K). Sebaliknya kandungan air yang tinggi pada biji api-api memungkinkan untuk mendapatkan kandungan vitamin larut air (B dan C) lebih besar. Hasil uji terhadap kadar vitamin B dan C pada biji api-api menunjukkan hasil yang lebih tinggi, yaitu

vitamin B pada biji sebesar 3,74 mg/100 g bahan dan vitamin C nya sebesar 22,24 mg/100 g bahan. Kandungan kedua vitamin ini menunjukkan bahwa biji sebagai bahan pangan ternyata juga dapat memenuhi kebutuhan sebagian vitamin B dan C yang diperlukan oleh tubuh (Kusmana *et al*., 2009)

2. Makanan ternak; Daun digunakan untuk pakan ternak unta di wilayah sekitar Laut Merah, India dan Australia (Duke, 1983). Pada daerah-daerah pantai di Indonesia daun api-api juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan kambing. Hasil analisis daun api-api menunjukkan bahwa kandungan vitamin B sebesar 2,64 mg/100 g, vitamin C nya sebesar 15,32 mg/100 g, serat sebanyak 8,7% dan karbohidrat sebanyak 13% dan kandungan mineral yang tinggi sehingga pemanfaatannya sesuai sebagai sumber hijauan pada pakan ternak. Sumber serat bermanfaat untuk pakan ternak dan karbohidrat sebagai sumber energi bagi hewan ternak. Senyawa mineral yang teridentifikasi pada daun adalah kalsium, kalium, dan natrium dalam jumlah yang tinggi. Adanya mineral makro tersebut, dapat memperkaya kandungan nutrisi pakan ternak (Kusmana *et al*., 2009).
3. Bioformalin; diperoleh dengan menyuling daun api-api. Hasil penyulingan dapat digunakan sebagai bahan pengawet makanan yang alami (Duke, 1983).
4. Sebagai Obat. Daun digunakan untuk mengatasi kulit yang terbakar dan obat anti fertilitas tradisional oleh masyarakat pantai. Hampir seluruh bagian tumbuhan ini dapat dimanfaatkan seperti akar, kulit batang, daun, bunga atau biji, bahkan eksudat tanamannya (zat nabati yang secara spontan keluar, dikeluarkan, atau diekstrak dari jaringan sel tanaman). Hasil penelitian yang dilakukan dengan pemberian tingkatan dosis ekstrak daun api-api yang

diberikan pada kebuntingan hari ke 6-15 tidak dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan resorpsi embrio mencit (tikus). Wijayanti (2009) melaporkan bahwa pemberian ekstrak daun api-api dengan dosis 2,5 gram/kg berat badan yang diberikan 6-15 hari setelah terjadinya konsepsi dapat mengakibatkan penurunan berat dan panjang badan janin mencit (*Musmusculus*). Berdasarkan penelitian ini membuktikan bahwa pemberian ekstrak daun api-api per oral dengan dosis 2,5 gram/kg berat badan pada kebuntingan hari ke 6-15 mampu menghambat pertumbuhan janin mencit. Meskipun ini masih pada taraf uji coba pada tikus dan belum diujikan cobakan pada satwa yang lebih besar tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Kusmana, *et al*. (2009) melaporkan bahwa senyawa aktif yang diidentifikasi dari api-api tidak memperlihatkan senyawa yang diketahui memiliki aktivitas tokolitik maupun yang secara langsung bertindak sebagai agen kontrasepsi tetapi teridentifikasi lebih bersifat antibiotik maupun antimikroba.

2.2 Biomassa dan Karbon

2.2.1 Biomassa

2.2.1.1 Pengertian Biomassa

Biomassa adalah total berat atau volume makhluk hidup dalam suatu area atau volume tertentu (*a glossary by the* IPCC, 1995). Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997). Menurut Clark (1979) *dikutip oleh* Sutaryo (2009) biomassa adalah keseluruhan

volume makhluk hidup yang terdapat di hutan yang mencakup pohon secara lengkap, tunggul dan akar, batang di atas tunggul, batang, batang komersial, tajuk pohon, cabang, serta dedaunan.

Menurut Sutaryo (2009) biomassa adalah materi yang bersal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah, seperti pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan, serta sisa kotoran hewan. Sedangkan Tampubolon (2011) mengatakan biomassa didefinisikan sebagai jumlah total bahan organik hidup di atas tanah pada pohon termasuk didalamnya ranting, daun, cabang, batang utama, dan kulit yang dinyatakan dalam berat kering oven dalam suatu area.

2.2.1.2 Perhitungan Biomassa

Terdapat 4 cara utama untuk menghitung biomassa yaitu (i) *sampling* dengan pemanenan (*destructive sampling*) secara *in situ*;(ii) sampling tanpa pemanenan (*non-destructive sampling*) dengan data pendataan hutan secara *in situ*; (iii) Pendugaan melalui penginderaan jauh; dan (iv) pembuatan model. Untuk masing masing metode di atas, persamaan allometrik digunakan untuk mengekstrapolasi cuplikan data ke area yang lebih luas. Penggunaan persamaan *allometrik standard* yang telah dipublikasikan sering dilakukan, tetapi karena koefisien persamaan allometrik ini bervariasi untuk setiap lokasi dan spesies, penggunaan persamaan standard ini dapat mengakibatkan galat (*error*) yang signifikan dalam mengestimasikan biomassa suatu vegetasi (Heiskanen, 2006; Australian Greenhouse Office, 1999 *dikutip oleh* Sutaryo, 2009).

a. Sampling dengan pemanenan

Metode ini dilaksanakan dengan memanen selurh bagian tumbuhan termasuk akarnya, mengeringkannya dan menimbang berat biomassanya. Pengukuran dengan metode ini untuk mengukur biomassa hutan dapat dilakukan dengan mengulang beberapa area cuplikan atau melakukan ekstrapolasi untuk area yang lebih luas dengan menggunakan persamaan alometrik. Meskipun metode ini terhitung akurat untuk menghitung biomass pada cakupan area kecil, metode ini terhitung mahal dan sangat memakan waktu.

b. Sampling tanpa pemanenan

Metode ini merupakan cara sampling dengan melakukan pengkukuran tanpa melakukan pemanenan. Metode ini antara lain dilakukan dengan mengukur tinggi atau diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengekstrapolasi biomassa.

c. Pendugaan melalui penginderaan jauh.

Penggunaan teknologi penginderaan jauh umumnya tidak dianjurkan terutama untuk proyek-proyek dengan skala kecil. Kendala yang umumnya adalah karena teknologi ini relatif mahal dan secara teknis membutuhkan keahlian tertentu yang mungkin tidak dimiliki oleh pelaksana proyek. Metode ini juga kurang efektif pada daearah aliran sungai, pedesaan atau wanatani (agroforestry) yang berupa mosaic dari berbagai penggunaan lahan dengan persil berukuran kecil (beberapa ha saja).

Hasil pengideraan jauh dengan resolusi sedang mungkin sangat bermanfaat untuk membagi area proyek menjadi kelas-kelas vegetasi yang relative homogen. Hasil pembagian kelas ini menjadi panduan untuk proses survey dan

pengambilan data lapangan. Untuk mendapatkan estimasi biomassa dengan tingkat keakuratan yang baik memerlukan hasil pengideraan jauh dengan resolusi yang tinggi, tetapi hal ini akan menjadi metode alternatif dengan biaya yang besar.

d. Pembuatan model Model digunakan untuk menghitung estimasi biomassa dengan frekuensi dan intensitas pengamtan insitu atau penginderaan jauh yang terbatas. Umumnya, model empiris ini didasarkan pada jaringan dari sample plot yang diukur berulang, yang mempunyai estimasi biomassa yang sudah menyatu atau melalui persamaan allometrik yang mengkonversi volume menjadi biomassa. (Australian Greenhouse Office, 1999 *dikutip oleh* Sutaryo, 2009).

2.2.2 Karbon

2.2.2.1 Pengertian Karbon

Karbon adalah unsur kimia yang dengan simbol C dan nomor atom 6. Siklus karbon adalah istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan perubahan karbon (dalam berbagai bentuk) di atmosfer, laut, biosfer terrestrial dan deposit geologis. Sedangkan kantong karbon atau *carbon pool* adalah tempat atau bagian ekosistem yang menjadi tempat karbon tersimpan (Sutaryo 2009).

Inventarisasi karbon hutan atau *carbon pool* yang diperhitungkan setidaknya ada 4 kantong karbon. Keempat kantong karbon tersebut adalah biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan, bahan organik mati dan karbon organik

tanah. Adapun uraian keempat kantong karbon menurut Sutaryo (2009) sebagai berikut.

1. Biomassa atas permukaan adalah semua material hidup di atas permukaan. Termasuk bagian dari kantong karbon ini adalah batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji dan daun dari vegetasi baik dari strata pohon maupun dari strata tumbuhan bawah di lantai hutan.
2. Biomassa bawah permukaan adalah semua biomassa dari akar tumbuhan yang hidup. Pengertian akar ini berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. Hal ini dilakukan sebab akar tumbuhan dengan diameter yang lebih kecil dari ketentuan cenderung sulit untuk dibedakan dengan bahan organik tanah dan serasah.
3. Bahan organik mati meliputi kayu mati dan serasah. Serasah dinyatakan sebagai semua bahan organik mati dengan diameter yang lebih kecil dari diameter yang telah ditetapkan dengan berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. Kayu mati adalah semua bahan organik mati yang tidak tercakup dalam serasah baik yang masih tegak maupun yang roboh di tanah, akar mati, dan tunggul dengan diaeter lebih besar dari diameter yang telah ditetapkan.
4. Karbon organik tanah mencakup karbon pada tanah mineral dan tanah organik termasuk gambut.

Menurut Hairiah dkk (2001) ada tiga sumber utama pemasok karbon ke dalam tanah, yaitu: tajuk tanaman pohon dan tanaman semusim yang masuk sebagai serasah dan sisa panen; akar tanaman melalui akar-akar yang mati, ujung-ujung akar, eksudasi akar, dan respirasi akar; dan biota.

Menurut Buckman and Bradi (1982) *yang dikutip oleh* Kushartono (2009), bahan organik terdiri dari timbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Jika dilihat dari adanya 4 kantong karbon (*carbon pool*) yang menjadi simpanan karbon, yaitu biomassa atas permukaan, biomassa bawah permukaan (akar), bahan organik mati (kayu mati dan serasah), dan karbon organik tanah (C pada tanah), kandungan bahan organik tanah menyimpan karbon tersendiri. Hal tersebut seperti dijelaskan oleh Kushartono (2009) dalam penelitiannya bahwa bahan organik berpengaruh pada sifat fisika dan kimia tanah. Lebih lanjut menurut Mahadi (1986) *dikutip oleh* Kushartono (2009), sedikit banyaknya kandungan bahan organik yang terkandung pada tanah, memiliki peran sangat penting sebagai gudang penting zat hara dan energi bagi jasad renik.

2.2.2.2 Siklus Karbon

Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran atau perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya. Pohon (dan organisme foto-ototrof lainnya) melalui proses fotosintesis menyerap karbon dioksida dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa tubuhnya seperti dalam batang, daun, akar, umbi buah dan-lain-lain. Keseluruhan hasil dari proses fotosintesis ini sering disebut juga dengan produktifitas primer. Dalam aktifitas respirasi, sebagian karbon dioksida yang sudah terikat akan dilepaskan kembali dalam bentuk karbon dioksida ke atmosfer. Selain melalui respirasi, sebagian dari produktifitas primer akan hilang melalui

berbagai proses misalnya *herbivory* dan dekomposisi. Sebagian dari biomassa mungkin akan berpindah atau keluar dari ekosistem karena terbawa aliran air atau agen pemindah lainnya. Kuantitas biomassa dalam hutan merupakan selisih anatara produksi melalui fotosintesis dan konsumsi. Perubahan kuantitas biomassa ini dapat terjadi karena suksesi alami dan oleh aktifitas manusia seperti silvikultur, pemanenan dan degradasi. Perubahan juga dapat terjadi karena adanya bencana alam (Sutaryo, 2009). Pada dasarnya siklus karbon adalah proses dua langkah yang melibatkan respirasi dan fotosintesis.

Menurut Sutaryo (2009) tumbuhan akan mengurangi karbon di atmosfer (karbon dioksida) melalui proses fotosintesis dan menyimpannya dalam jaringan tumbuhan. Sampai waktunya karbon tersebut tersikluskan kembali ke atmosfer, karbon tersebut akan menempati salah satu dari sejumlah kantong karbon. Semua komponen penyusun vegetasi baik pohon, semak, liana dan epifit merupakan bagian dari biomassa atas permukaan. Di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan juga merupakan penyimpan karbon selain tanah itu sendiri. Pada tanah gambut, jumlah simpanan karbon mungkin lebih besar dibandingkan dengan simpanan karbon yang ada di atas permukaan. Karbon juga masih tersimpan pada bahan organic mati dan produk-produk berbasis biomassa seperti produk kayu baik ketika masih dipergunakan maupun sudah berada di tempat penimbunan. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan dalam karbon pool ini mewakili jumlah carbon yang terserap dari atmosfer.

Menurut Sobirin (2010) siklus karbon adalah permukaan karbon antara biosfer, geosfer, hidrosfer, dan atmosfer bumi. sedangkan menurut Sridianti (2014) siklus karbon adalah ungkapan yang digunakan untuk menggambarkan bagaimana karbon di lingkungan mengalir di antara makhluk hidup, materi anorganik dan atmosfer. Lintasan karbon berikut yang seperti siklus melalui udara, bumi, tanaman, hewan dan bahan bakar fosil secara harfiah mendefinisikan kehidupan seperti yang kita kenal.

2.3 Biomassa Karbon pada Hutan Mangrove

Mengingat pentingnya hutan mangrove sebagaimana hutan alami lainnya sebagai penyimpan karbon maka perlu dilakukan upaya peningkatan pengelolaan hutan yang sesuai dengan fungsi sosial dan ekonomi hutan. Penyerapan karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan. Jumlah biomassa suatu kawasan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa yang diduga melalui pengukuran diameter, tinggi, berat jenis dan kepadatan setiap jenis pohon (Khairijon, 2013).

Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa mangrove memberi sumbangan sangat potensial untuk mengurangi emisi karbon dibanding hutan hujan tropis. Hutan mangrove mempunyai peranan kunci dalam strategi mitigasi perubahan iklim. Masalahnya, mangrove terus mengalami kerusakan dengan cepat di sepanjang garis pantai, sejalan dengan persoalan emisi gas rumah kaca. Para ahli dari *Center for International Forestry Research* (CIFOR) dan USDA *Forest Service* menekankan perlunya hutan mangrove dilindungi sebagai bagian dari upaya global dalam melawan perubahan iklim (Purnobasuki, 2011).

Menurut Cahyaningrum dkk. (2014) dari asil penelitian menunjukkan bagian pohon yang memiliki kandungan biomassa karbon terbesar adalah bagian batang. Batang merupakan bagian berkayu dan tempat penyimpanan cadangan makanan dari hasil fotosintesis. Pohon melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dengan menyerap karbon dari lingkungan. Pohon menyerap karbon melalui daun, kemudian melakukan fotosintes, dan hasilnya disebar ke bagian pohon yang lain. Bagian pohon yang mampu menyimpan lebih banyak adalah bagian terbesar pohon yaitu batang.

Hasil fotosintesis ini kemudian digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal. Oleh karena itu, semakin besarnya diameter disebabkan oleh penyimpanan biomasa hasil konversi karbon dioksida yang semakin bertambah besar seiring dengan semakin banyaknya karbon dioksida yang diserap pohon tersebut. Secara umum hutan dengan *net growth* (terutama pohon-pohon yang sedang berada dalam fase pertumbuhan) mampu menyerap lebih banyak karbon dioksida , sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil menahan dan menyimpan persediaan karbon tetapi tidak dapat menyerap karbon dioksida ekstra (Retnowati, 1998).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2016 bertempat di Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali tambang digunakan untuk membuat plot 20m x 20m (Kusmana, 1997) dan sub plot 0,5m x 0,5m, kompas untuk menentukan kelurusan plot, pita meter untuk mengukur diameter, GPS (*Global Positioning System*) untuk menemukan titik lokasi penelitian, kantong plastik untuk meletakkan serasah, timbangan digital dengan ketelitian 0,019 untuk menimbang berat serasah, oven untuk mengurangi kadar air atau berat kering serasah, *tally sheet*, alat tulis, kalkulator dan kamera.

3.2.2 Bahan

Bahan atau objek dalam penelitian ini adalah api api (*Avicenia marina*) dengan diameter minimal 5 cm dan seresah di bawah tegakan *Avicenia marina*.

3.3 Batasan Penelitian

Adapun batasan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Kelompok jenis api-api.
2. Penelitian ini diarahkan pada karbon tersimpan tegakan dan nekromassa tak berkayu (serasah).
3. Pohon yang diukur minimal memiliki diameter 5 cm.
4. Pengambilan data pohon untuk biomassa pohon dilakukan *non destructive* dan pengambilan seresah dilakukan dengan *destructive*.
5. Pengambilan sampel nekromasa tak berkayu (serasah) dilakukan pada tiap plot.
6. Data vegetasi dilakukan hanya pada pohon saja.

3.4 Data yang dikumpulkan

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari tangan pertama untuk analisis berikutnya untuk menemukan solusi atau masalah yang diteliti. Data primer dalam penelitian ini adalah data yang didapat saat melakukan penelitian di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Pengambilan data atau sampel di lokasi penelitian dengan metode garis berpetak yaitu jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis dan data yang dikumpulkan merupakan sebagai data biomassa.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi yang dikumpulkan bukan untuk kepentingan studi yang sedang dilakukan saat ini tetapi untuk beberapa tujuan. Data sekunder yang diambil dalam penelitian ini adalah kondisi lokasi penelitian diantaranya letak, luas, keadaan umum lokasi (morfologi dan curah hujan), data kondisi potensi hutan serta kondisi fisik di areal hutan serta data ataupun *study literature* yang diperoleh dari penelitian – penelitian mengenai karbon tersimpan pada hutan mangrove. Selain itu, data sekunder diperoleh dari data pendukung lainnya seperti data dari instansi pemerintah daerah yang meliputi keadaan umum lokasi penelitian.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan melakukan penelitian langsung di lapangan secara ekploratif.

3.5.1 Penentuan petak pengamatan

Populasi penelitian adalah hutan mangrove sedangkan unit penelitian adalah plot tegakan api-api. Penelitian ini menggunakan metode garis berpetak, yaitu jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis. Petak dibuat dengan menggunakan garis rintis sebanyak lima garis rintis yang tiap garis rintis terdiri dari empat petak.
Petak pengamatan pohon dibuat berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar petak pada jalur 20 m sedangkan jarak antar jalur/garis rintis 50 m. Pada masing-

masing petak dibuat sub petak pengamatan serasah berukuran 0,5 m x 0,5 m. Penentuan jumlah petak didapat berdasarkan perhitungan berikut.

Luas areal hutan mangrove desa Margasari = 817,59 ha

Luas unit penelitian = 20 m x 20 m = 400 m^2 = 0,04 ha

Intensitas sampling (IS) = 0,1 %.

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

Luas yang diamati = IS x Luas areal hutan

$= 0{,}1\% \; x \; 817{,}59 \; ha$

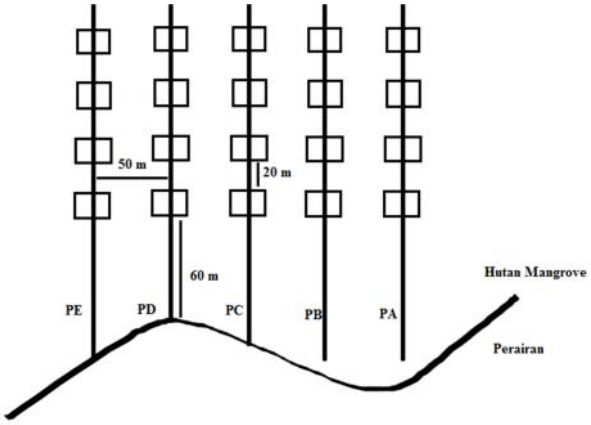
= 0,81759 ha

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

Penempatan plot untuk menghindari efek tepi dilakukan dengan memberikan jarak 60 meter dari tepi perairan ke dalam hutan mangrove (Susilowati, 2004). Menurut Susilowati (2004) bahwa jarak 0-60 meter tidak selalu didominasi tiga besar tumbuhan mangrove mayor, yakni *Avicennia spp*., *Sonneratia spp*. dan *Rhizophora spp*., namun dapat pula berisi *Nypa fruticans* yang secara tradisional dinyatakan sebagai tumbuhan yang biasa tumbuh pada garis paling belakang ekosistem mangrove.

Hutan mangrove yang merupakan hutan peralihan antara teresterial dengan perairan yang memungkinkan adanya efek tepi (*edge effect*) antara hutan mangrove dengan wilayah perairan (yang bukan kawasan hutan). Kondisi lingkungan efek tepi memiliki karakteristik yang berbeda dengan kondisi

lingkungan di dalam hutan. Kondisi yang berbeda ini akan berdampak terhadap ekologis terhadap tumbuhan, hewan maupun organisme lainnya sehingga dampak dari bertemunya kondisi lingkungan yang berbeda tersebut terhadap tumbuhan dan hewan disebut efek tepi (Murcia, 1995).



Gambar 3. Petak jalur titik penelitian di hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

3.5.2 Karbon Tegakan

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil semua data pada api-api (*Avicenia marina*) yang berada pada plot pengamatan (plot 20 m x 20 m) dengan pendekatan *non destructive*. Penggunaan plot 20 m x 20 m merupakan ukuran petak contoh untuk pohon dewasa (Kusmana, 1997). Pengukuran diameter pohon yang diambil menggunakan pita meter. Pengambilan data hanya pada pohon yang memiliki diameter minimal 5 cm sesuai karakteristik pohon mangrove (Imiliyana, 2011).

3.5.3 Biomassa serasah

Pengumpulan data biomassa seresah dilakukan pada sub petak pengamatan serasah berukuran 0,5 m x 0,5 m pada masing-masing petak. Semua serasah yang ada dalam petak tersebut diambil, dibersihkan dari lumpur kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat basah total. Dari serasah yang diambil, diambil sub contoh seberat 100 gr. Apabila berat basah yang diambil tidak mencapai 100 gr maka seluruh serasah dari petak contoh tersebut dianggap sub contoh. Serasah dioven pada temperatur 80^0C sampai bobotnya konstan.

3.6 Jumlah Karbon Tersimpan

3.6.1 Biomassa Tegakan

Perhitungan data menggunakan persamaan allometrik yang telah ada. Adapun persamaan allometrik *Avicenia marina* yaitu $B = 0{,}1848D^{2.3624}$ dengan B adalah biomassa dan D adalah diameter (Dharmawan dan Siregar, 2008).

3.6.2 Biomassa Serasah

Pengukuran biomassa serasah dilakukan dengan cara menimbang sampel pada berat kering konstan. Total berat kering ditentukan dengan menggunakan persamaan menurut Hairiah, *et al*. (2011).

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

Keterangan:

BK = berat kering
BB = berat basah

3.6.3 Pendugaan Karbon Tersimpan

Setelah didapat biomassa keseluruhan hutan mangrove maka penentuan karbon tersimpan dilakukan dengan menggunakan angka konversi, yaitu 46% dari total biomassa (Hairiah, Ekadinata, Sari dan Rahayu, 2011)..

Penyerapan karbon tersimpan = Total Biomassa x 0,46

Pendugaan karbon tersimpan menggunakan angka koreksi 46% dari total biomassa. Hal tersebut sesuai dengan konsentrasi karbon yang dalam bahan organik biasanya sekitar 46% sehingga peneyerapan karbon dapat dihitung dengan total biomassa x 0,46 (Hairiah, *et al*., 2011).

IV. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

4.1 Keadaan Umum

4.1.1 Letak dan Luas

Kecamatan Labuhan Maringgai merupakan salah satu dari 24 kecamatan yang berada di Kabupaten Lampung Timur berdasarkan Peraturan Daerah Nomor 05 Tahun 2005 tentang Pembentukan Kecamatan Marga Sekampung. Kecamatan Labuhan Maringgai berada pada wilayah Kabupaten Lampung Timur dengan luas wilayah 142,62 km^2.

Batas-batas Kecamatan Labuhan Maringgai sebagai berikut.

1. Sebelah utara : Kecamatan Labuhan Ratu dan Taman Nasional Way Kambas.
2. Sebelah selatan : Kecamatan Pasir Sakti.
3. Sebelah timur : Laut Jawa.
4. Sebelah barat : Kecamatan Mataram Baru, Kecamatan Bandar Sri Bawono, Kecamatan Melinting, dan Kecamatan Gunung Pelindung.

Desa Margasari yang berada di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung merupakan salah satu desa yang memiliki areal hutan mangrove.

Desa ini berbatasan langsung dengan wilayah-wilayah sebagai berikut:

a. Sebelah utara : Desa Sukorahayu

b. Sebelah selatan : Desa Sriminosari

c. Sebelah barat : Desa Srigading

d. Sebelah timur : Laut Jawa

Desa ini memiliki luas 1.702 hektar, dengan pembagian tata guna tanah sebagai berikut :

a. Tanah Sawah meliputi sawah irigasi teknis, dan sawah tadah hujan

b. Tanah Kering meliputi tegal/ladang dan permukiman penduduk

c. Tanah Basah berupa tanah rawa

d. Tanah Perkebunan yang merupakan tanah perkebunan rakyat

e. Tanah fasilitas umum seperti perkantoran pemerintah dan kas desa

f. Tanah Hutan yang statusnya adalah Hutan Lindung

4.1.2 Keadaan Fisik Lokasi

Desa Margasari mempunyai tipologi pesisir yaitu desa yang berdekatan dengan laut. Desa Margasari memiliki bentang wilayah yang datar berada pada ketinggian 1,5 meter di atas permukaan laut. Desa Margasari memiliki bentuk tekstur tanah pasiran, dengan warna tanah sebagian besar adalah hitam (Monografi Desa Margasari, 2012).

Desa yang berada di daratan rendah dan pantai memiliki suhu rata-rata harian 28-40ºC. Rata-rata curah hujan di Desa Margasari berkisar 2.500 mm per tahun dengan jumlah hujan rata-rata 12 hari per bulan. Jumlah bulan hujan selama ± 6 bulan yang terjadi antara bulan November hingga bulan Maret, sedangkan bulan kering terjadi antara bulan April hingga bulan Oktober (Monografi Desa Margasari, 2012).

4.1.3 Pembagian Luas Desa Margasari Menurut Tata Guna Lahan

Berdasarkan pembagian luas Desa Margasari menurut tata guna lahannya terdiri dari jalan, sawah dan ladang, bangunan umum, empang, pemukiman/perumahan, jalur hijau dan pemakaman. Pembagian luas desa menurut tata guna lahannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Luas Desa Margasari Menurut Tata Guna Lahannya

No	Macam Pengguna Lahan	Luas (hektar/m^2)
1	Perkebunan	8,5
2	Sawah irigasi hujan	4,5
3	Sawah tadah hujan	4,5
4	Ladang	75
5	Fasilitas umum	50.126
6	Empang	180
7	Pemukiman/Perumahan	230
8	Tanah hutan kering	420,5
9	Tanah yang belum dikelola	
	a. Hutan (jalur hijau)	700
	b. Rawa	80

Sumber: Monografi Desa Margasari, 2012.

Penggunaan lahan untuk fasilitas umum terdiri dari kas kelurahan seluas 2,5 hektar per m², tempat pemakaman umum seluas 1,5 hektar per m², bangunan

sekolah seluas 3,5 hektar per m², fasilitas pasar seluas 1,5 hektar per m², usaha perikanan seluas 2 hektar per m², jalan seluas 15 hektar per m² dan daerah tangkapan air seluas 50.000 hektar per m². Penggunaan lahan paling kecil adalah sawah tadah hujan yaitu 4,5 hektar per m².

4.2 Kondisi Hutan Mangrove

4.2.1 Luas Hutan Mangrove

Perubahan tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai pada saat ini memang belum dapat melampaui luasan tutupan lahan mangrove di tahun-tahun sebelumnya. Data mengenai perubahan luasan tutupan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai pada tahun 1973—2013 dapat dilihat pada tabel 2. berikut:

Tabel 2. Perubahan tutupan hutan mangrove di Labuhan Maringgai tahun 1973-2013

No.	Tahun	Luas tutupan hutan mangrove (ha)	Besar perubahan (%)
1	1973	2.373,92	-
2	1983	1.826,48	-23,04
3	1994	626,67	-65,69
4	2004	719,35	+14,79
5	2013	1.166,21	+62,12

Sumber: Yuliasamaya *et al*. (2014).

Hutan mangrove Desa Margasari memiliki luas ± 700 hektar dengan ketebalan mencapai 2 kilometer. Status kawasan hutan mangrove Desa Margasari merupakan hutan negara yang dalam pengelolaannya diserahkan kepada beberapa pihak yaitu Pemerintah/BKSDA dibawah Taman Nasional Way Kambas, Swasta (hutan produksi tetap dan tambak), masyarakat berupa hutan produksi yang dapat dikonversi dan Perguruan Tinggi Negeri yaitu Universitas Lampung (Kustanti,

2011). Hasil penelitian Putra (2015) pada tahun 2014 luas hutan mangrove di Desa Margasari sudah mencapai 817,59 ha

4.2.2 Keadaan Fisik Hutan Mangrove

Hutan mangrove di Desa Margasari adalah hutan mangrove sekunder. Hutan mangrove ini sebelum tahun 1977 berupa jalur hijau (*green belt*), kemudian dilakukan penebangan atau pembukaan hutan mangrove pada tahun 1977 untuk pertambakan udang tradisional; pertambakan udang dilaksanakan pada tahun 1978-1989; pada tahun 1990 terjadi abrasi pada lahan-lahan tambak yang telah bersertifikat dan menghancurkan infrastruktur desa; pada tahun 1995 dan 1997 telah dilakukan upaya rehabilitasi hutan mangrove oleh Dinas Kehutanan Lampung, LSM, dan ABRI Manunggal. Upaya rehabilitasi tersebut berhasil dilaksanakan dan hutan mangrove meluas sampai 700 ha pada tahun 2005 (Kustanti *et al*. 2014).

Jenis vegetasi yang mendominasi hutan mangrove Desa Margasari adalah api-api (*Avicennia marina*) (Kustanti *et al*., 2014). Adapun fauna yang ditemukan di hutan mangrove tersebut diantaranya kelas mamalia, aves, pisces, insekta dan reptilia. Fauna mamalia yang ditemukan di hutan mangrove salah satunya adalah monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). Sedangkan jenis burung yang dijumpai antara lain burung kuntul kerbau (*Bulbucus ibis*), burung belibis (*Dendrocygna arcuata*), burung bangau (*Ciconiidae sp*.), burung elang laut (Fregata ariel), burung raja udang biru (*Alcedo caerulescens*) dan burung blekok sawah (*Ardeola speciosa*).

4.2.3 Pengelolaan Hutan Mangrove

Pengelolaan hutan mangrove di Kecamatan Labuhan Maringgai diawali keprihatinan akan keadaan hutan mangrove. Perkembangan hutan mangrove setelah direhabilitasi menyebabkan tambak yang dahulu terabrasi muncul kembali di permukaan daratan. Kemunculan kembali lahan 13 bidang tambak berpeluang menimbulkan konflik kepemilikan. Masyarakat Desa Margasari melalui kepala desa berinisiatif menyerahkan 50 ha hutan mangrove kepada Universitas Lampung (Kustanti *et al*., 2014).

Pihak Universitas Lampung melalui pendekatan pengelolaan Tripartit melaksanakan audiensi di Pemerintah Daerah Kabupaten Lampung Timur dengan Konsep Pengelolaan Hutan Mangrove secara Terpadu antara Masyarakat-Universitas Lampung-Pemdakab Lampung Timur. Kemudian menggagas pendirian suatu pusat kegiatan pengelolaan hutan mangrove yang disebut *Lampung Mangrove Center* (LMC) (Lembaga Penelitian Universitas Lampung, 2010).

Pengelolaan terpadu hutan mangrove mengembangan jejaring kerja (*networking*) secara nasional dan internasional. Secara nasional, telah dilakukan kerjasama dengan Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II, dan secara internasional telah dibuka jejaring kerjasama dengan SSPM-JICA (*Sub Sectoral Program on Mangrove-Japan International Cooperation Agency*) (Kustanti, 2011).

VI. SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dugaan 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.

6.2 Saran

Perlu ditingkatkan kelestarian dan memperluas hutan mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur mengingat kemampuan menyerap karbon yang relatif baik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Aminudin S. 2008. *Kajian Potensi Cadangan Karbon pada Pengusahaan Hutan Rakyat (Studi Kasus Hutan Tanaman Rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul*). Tesis. Sekolah Pasca sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 115p.

Amira S. 2008. *Pendugaan Biomassa Jenis Rhizophora apiculata Bl. di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. 76p.

Aprianto, D. 2015. *Karbon tersimpan pada kawasan sistem agroforestry di Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi Kabupaten Tanggamus*. Skripsi. Fakutas Pertanian Universitas Lampung. Lampung. 87p.

Bengen, D. G. 2000. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor, Indonesia. 72p.

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.

Brown S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest*. A Primer. FAO. USA. FAO Forestry Paper No.134

Cahyaningrum, S. T., Hartoko A. dan Suryanti. 2014. Biomassa karbon mangrove pada kawasan mangrove pulau kemujan taman nasional karimunjawa. Universitas Diponegoro. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3: 34—42.

Campbell, N. A., Reece, J. B. and Mitchell, L. G. 2002. *Biologi*. Buku. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1247p.

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.

Dharmawan, I. W. S. 2010. Pendugaan biomasa karbon di atas tanah pada tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 15(1): 50—56.

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.

Gunarto. 2004. Konservasi mangrove sebagai pendukung sumber hayati perikanan pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23 (1): 15—21.

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.

Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari R. R. dan Rahayu, S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. Petunjuk praktis. Edisi kedua*. Buku. Bogor, World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya (UB), Malang, Indonesia. 110p.

Halidah. 2014. *Avicennia marina* (Forssk.) vierh jenis mangrove yang kaya manfaat. *Jurnal Balai Penelitian Kehutanan Makassar*. 11(1): 37—44.

Heriyanto, N. M. dan Subiandono, E. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomasa dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 9 (1): 23—32.

Hidayanto, W., Heru, A. dan Yossita. 2004. Analisis tanah tambak sebagai indikator tingkat kesuburan tambak. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 7 (2): 11p.

Hilmi, E. 2003. *Model penduga kandungan karbon pada pohon kelompok jenis Rhizophora spp. dan Bruguiera spp. dalam tegakan hutan mangrove studi kasus di Indragiri Hilir Riau*. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 170p

Hogarth, P. J. 2007. *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. Buku. Oxford University Press Inc. New York. 273 p.

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.

Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Buku. Jakarta: Bumi Aksara. 210p.

Kauffman, J. B. dan Donato, D. C. 2012. *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests*. Buku. Working. CIFOR, Bogor, Indonesia. 86p.

Kementrian Kehutanan. 2010. Peraturan Direktur Jendral Bina Produksi Kehutanan. Nomor: P.3/VI-Set/2010.

Khairijon, Fatonah, S. dan Rianti, A. P. 2013. *Profil Biomassa dan Kerapatan Vegetasi Tegakan Hutan Mangrove di Marine Station Kecamatan Dumai*

Barat, Riau. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung. 1 Oktober 2013. Bandar Lampung. 41—44.

Kushartono, E.W. 2009. Beberapa aspek bio-fisik kimia tanah di daerah mangrove Desa Pasar Banggi Kabupaten Rembang. Universitas Diponegoro. *Jurnal Ilmu Kelautan* 14 (2) : 76—83.

Kusmana, C. 1997. *Ekologi dan Sumberdaya Ekosistem Mangrove*. Makalah Pelatihan Pengelolaan Hutan Mangrove Lestari Angkatan I. 18 Agustus – 18 Oktober 1997. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 20p.

Kusmana, C. 2002. *Pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat*. Makalah disampaikan pada Lokakarya Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Jakarta, 6-7 Agustus 2002. 6—9p.

Kusmana, C. 2009. *Pengelolaan sistem mangrove secara terpadu.* Workshop Pengelolaan *Ekosistem Mangrove di Jawa Barat*. Jatinangor. Vol 18. 22p

Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. Buku. Djambatan. Bogor. 248p.

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 Tingg*i. 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.

Monografi Desa Margasari. 2012. *Potensi Desa, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung*. Lampung. 15p.

Mulyani, E. dan Fitriani, N. 2013. Konservasi hutan mangrove sebagai ekowisata. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan.* 2 (2): 11—18.

Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends Ecol E*. 10 (2): 58—62.

Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis.* Buku. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 459p.

Purnobasuki, H. 2011. *Peranan Mangrove Dalam Mitigasi Perubahan Iklim*. Dept. Biologi FST Universitas Airlangga. Surabaya. Buletin PSL Universitas Surabaya. 18 (2006): 9—10.

Putra, A. K., Bakri, S. dan Kurniawan, B. 2015. Peranan ekosistem hutan mangrove pada imunitas terhadap malaria: studi Di Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 3 (2): 67—78.

Rachmawati, Ditha, I,. Setyobudiandi dan E. Hilmi. 2014. Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah Pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Omni-Akuatika Jurnal.* 8 (19) : 85—91.

Retnowati, E. 1998. Kontribusi *Hutan Tanaman Eucaliptus grandis Maiden sebagai Rosot Karbon di Tapanuli Utara*. Buletin Penelitian Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor. 611: 19p.

Rifyunando, R. 2011. *Estimasi stok karbon mangrove di Kawasan Cagar Alam Leuweung Sancang Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 82p

Sadelie, A., Kusumastanto, T., Kusmana, C. dan Hardjomidjojo, H. 2012. Kebijakan pengelolaan sumberdaya pesisir berbasis perdagangan karbon. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 6 (1): 1—11.

Sobirin, M. 2010. *Pendugaan Karbon tersimpan di Atas Permukaan di Arboretum Universitas Lampung*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 96p.

Soerianegara, I. 1971. *Characteristic of Mangrove Soils of Java*. Buku. Rimba Indonesia. 927p.

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.

Supriharyono. 2000. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. Buku. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 246p.

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.

Sutaryo, D. 2009. *Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon Dan Perdagangan Karbon*. Buku. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor. 48p

Tampubolon, N. 2011. *Potensi penyerapan karbon dalam mendukung adaptasi perubahan iklim di Hutan Marga Kecamatan Belalau dan Batu Ketulis*

Kabupaten Lampung Barat. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 65p.

Tomlinson, P. B. 1994. *The Botany of Mangroves*. Buku. Cambridge University Press. 413p.

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia. 2014. 96 Persen Hutan Mangrove di Lampung Hilang. http://www.walhilampung.org/?p=1058. Diakses pada 19 September 2016.

Wonatorei, H. K. 2013. *Identifikasi Jenis – Jenis Tumbuhan Mangrove di Kampung Sanggei Distrik Urei – Faisei Kabupaten Waropen*. Skripsi. Universitas Negeri Papua. Manokwari. 40p.

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.

Yuliasamaya., Darmawan, A. dan Hilmanto, R. 2014. Perubahan tutupan hutan mangrove di Pesisir Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*. 2 (3): 111—124.

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, Budiaman 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.