

## **ESTIMASI BIOMASSA PERMUKAAN DAN STOK KARBON PADA TEGAKAN POHON *Avicennia marina* DAN *Rhizophora mucronata* DI PERAIRAN PESISIR OEBELO KABUPATEN KUPANG**

**Glücklich Manafe<sup>1)\*</sup>, Michael Riwu Kaho<sup>1,2)</sup>, Fonny Risamasu<sup>1,3)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Nusa Cendana, Kupang  
Jl. Adisucipto Penfui Kupang

<sup>2)</sup>Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana, Kupang Jl. Adisucipto Penfui Kupang

<sup>3)</sup>Fakultas Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kupang Jl. Adisucipto Penfui Kupang

\*Email : lmanafe@gmail.com

### **Abstract**

*Mangrove forest has an important function for living thing especially in the ocean and coastal area. Besides as feeding and nursery ground, mangrove forest is also has a function as carbon sinker. The utilizing of mangrove forest as a carbon sinker is one of ways to reduce CO<sub>2</sub> in atmosphere. Mangrove forest in Oebelo village has a capability to utilize as carbon sinker. The aim of this research was to estimate above ground biomass and carbon reserve from two mangrove species *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in coastal area of Oebelo Village. In this research data was collected from diameter breast high and litter from forest floor. Allometric was used to estimate the above ground biomass. After data collected, analysis would continue with t test to know the different between these two species. The result showed *A. marina* and *R. mucronata* were different, the highest biomass, carbon reserve and CO<sub>2</sub> sequestration were in *A. marina* respectively 118.80 Mg.ha<sup>-1</sup>, 54.65 Mg.ha<sup>-1</sup>, 200.37 Mg.ha<sup>-1</sup> and *R. mucronata* respectively 28.90 Mg.ha<sup>-1</sup>, 13.30 Mg.ha<sup>-1</sup>, 48.75 Mg.ha<sup>-1</sup>. The result for litter biomass and carbon reserve showed there was no different between these two species.*

*Keywords: Avicennia marina; Rhizophora mucronata; biomass; carbon stock*

### **Abstrak**

Hutan bakau memiliki fungsi penting untuk makhluk hidup terutama di laut dan wilayah pesisir. Selain sebagai tempat mencari makan dan tempat tinggal bagi makhluk hidup hutan bakau juga memiliki fungsi sebagai penyimpan karbon. Memanfaatkan hutan bakau sebagai penyimpan karbon salah satunya adalah untuk mengurangi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Hutan bakau di Desa Oebelo memiliki kemampuan sebagai penyimpan karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperkirakan biomassa di atas tanah dan cadangan karbon dari dua spesies bakau *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di daerah pesisir Oebelo. Data penelitian yang dikumpulkan dari diameter bakau setinggi dada dan sampah di atas permukaan tanah. Alometrik digunakan untuk memperkirakan biomassa di atas tanah. Analisis dilakukan dengan menggunakan uji t untuk perbedaan simpanan karbon dari kedua jenis bakau tersebut. Hasil penelitian menunjukkan biomassa, cadangan karbon, dan serapan CO<sub>2</sub> dari *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* berbeda, masing masing 118.80 Mg.ha<sup>-1</sup>, 54.65 Mg.ha<sup>-1</sup>, 200.37 Mg.ha<sup>-1</sup> spesies *Avicennia marina* dan 28.90 Mg.ha<sup>-1</sup>, 13.30 Mg.ha<sup>-1</sup>, 48.75 Mg.ha<sup>-1</sup> spesies *Rhizophora mucronata*. Hasil untuk biomassa sampah dan cadangan karbon menunjukkan tidak ada perbedaan antara dua spesies ini.

*Kata kunci: Avicennia marina; Rhizophora mucronata; biomassa; simpanan karbon*

## 1. Pendahuluan

Perubahan iklim akibat pemanasan global semakin menjadi perhatian yang serius bagi kelangsungan kehidupan manusia di bumi saat ini. Pemanasan global adalah kenaikan rata-rata suhu permukaan bumi dan laut dibandingkan dengan abad-abad sebelumnya. Pemanasan global disebabkan oleh naiknya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.

Berbagai tindakan dan upaya mitigasi dapat dilakukan dalam mengantisipasi pemanasan global, salah satunya melalui upaya mitigasi penyerapan karbon oleh hutan mangrove. Hutan mangrove mampu menyimpan karbon 4 kali lebih banyak dari hutan tropis (Daniel dkk., 2011). Selain itu hutan mangrove memiliki tingkat penyerapan lima kali lebih cepat terhadap unsur karbon di udara jika dibandingkan dengan hutan di daratan (Imiliyana dkk., 2012). Tiap tahun hutan mangrove dapat menyerap 42 juta ton karbon di udara atau setara dengan emisi gas karbon dari 25 juta mobil (Ardianto, 2011). Hutan mangrove secara global mampu menghasilkan produksi primer sebanyak  $218 \pm 72 \text{ Tg C yr}^{-1}$  (Bouillon *et al.*, 2008) dimana akar menghasilkan sekitar 38%, serasah dan kayu berkisar 31% dari total produksi primer yang dihasilkan dan deforestasi mangrove menyebabkan emisi sebesar 0,02- 0,12 Pg karbon per tahun yang setara dengan sekitar 10% emisi dari deforestasi secara global, walaupun luasnya hanya 0,7% dari seluruh kawasan hutan tropis.

Hutan mangrove yang berada di desa Oebelo mempunyai potensi yang cukup besar dalam menyimpan karbon. Hutan yang didominasi oleh *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* ini memiliki luas  $\pm 1082$  ha dengan panjang garis pantai  $\pm 2.5$  km. namun pada beberapa tempat hutan ini sudah mengalami kerusakan karena adanya pembukaan lahan untuk dijadikan daerah tambak garam abu. Selain itu, beberapa kerusakan yang terjadi juga diakibatkan oleh aktifitas penebangan oleh masyarakat sekitar untuk dijadikan sebagai kayu bakar.

Penyerapan karbon oleh mangrove berhubungan dengan proses "sekuestrasi" yaitu

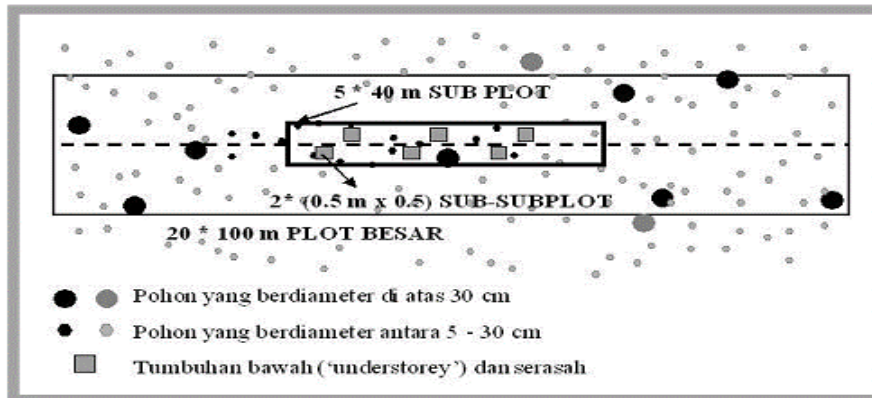
penyerapan karbon dari atmosfer dan disimpan dalam organ tumbuhan, serasah dan bahan organik tanah dan diikat dalam bentuk biomassa pohon (Hairiah dan Rahayu., 2007) oleh karena itu hutan mangrove yang ada di desa Oebelo dapat dimanfaatkan dalam upaya mitigasi penyerapan karbon, hal ini karena *Avicennia marina* merupakan spesies dominan pada hutan ini mempunyai kemampuan yang baik dalam menyerap dan menyimpan karbon. *Avicennia marina* mempunyai kemampuan 75% lebih cepat dalam menyerap karbon dibandingkan dengan *Rhizophoramucronata* (Kathiresan dkk., 2013).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi biomassa ialah metode alometrik (Komiya dkk., 2007). Estimasi dilakukan dengan cara mengukur diameter batang pohon setinggi dada (*Diameter at Breast Height*, DBH) yang terdapat pada plot penelitian. Kemudian DBH digunakan sebagai variabel bebas dari persamaan alometrik yang menghubungkan biomassa sebagai variabel terikat dan DBH sebagai variabel bebas.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perbandingan biomassa dan stok karbon dari dua tegakan yang mendominasi hutan mangrove yang ada di Oebelo. Dalam penelitian ini data yang akan diambil ialah diameter setinggi dada dan nekromassa tidak berkayu.

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2014. Titik pengambilan sampel berada pada dua lokasi yaitu yang pertama berada pada posisi  $10^{\circ} 05' 26.1''$  LS;  $123^{\circ} 44' 50.2''$  BT yang didominasi oleh tegakan *Avicennia marina* dan kedua berada pada posisi  $10^{\circ} 5' 35.5''$  LS;  $123^{\circ} 44' 51.0''$  BT dimana tegakan *Rhizophora mucronata* mendominasi. Pembuatan plot yang digunakan untuk mengukur nilai biomassa vegetasi hutan mangrove di desa Oebelo mengikuti prosedur yang telah dibuat oleh Hairiah dan Rahayu (2007).

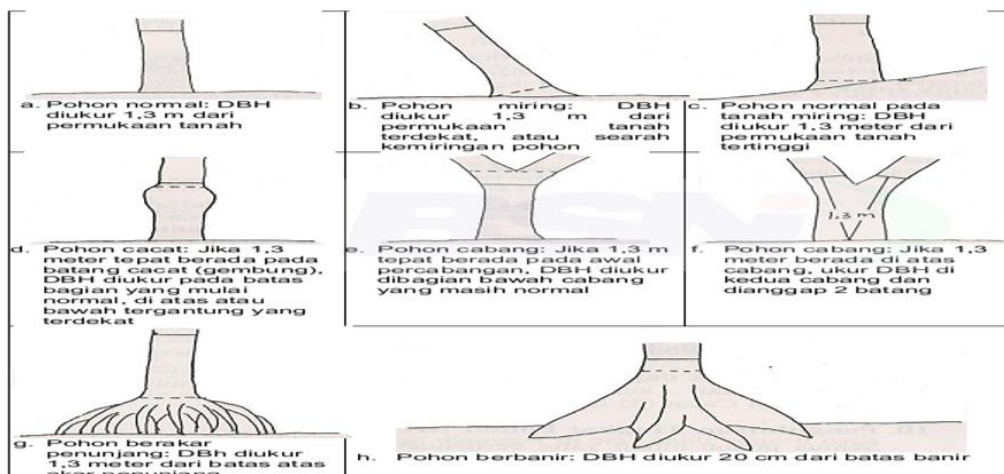


Gambar 1. Bentuk plot dan ukuran plot untuk tiap kelas diameter

Sub plot dibagi menjadi 2 bagian, dengan memasang tali di bagian tengah sehingga ada sub-sub plot, masing-masing berukuran 2.5 m x 40 m. Mencatat setiap nama pohon, dan mengukur diameter batang setinggi dada ( $dbh = diameter\ at\ breast\ height = 1.3\ m$  dari permukaan tanah) semua pohon yang masuk dalam sub-sub plot sebelah kiri dan kanan. Pengukuran DBH hanya dilakukan pada pohon berdiameter  $> 5\ cm$ . Pengukuran tinggi DBH menggunakan tongkat kayu ukuran panjang 1.3 m yang diletakkan tegak lurus permukaan tanah di dekat pohon yang akan

diukur kemudian diberi tanda goresan pada batang pohon. Bila permukaan tanah di lapangan dan bentuk pohon tidak rata, maka penentuan titik pengukuran DBH pohon dapat dilihat pada Gambar 2. Melilitkan pita pengukur pada batang pohon, dengan posisi pita sejajar untuk semua arah, sehingga data yang diperoleh adalah lingkaran/lilit batang bukan diameter. Data keliling batang ini kemudian akan di ubah menjadi diameter dengan persamaan 1 (Simon, 2007):

$$D = K / \pi \quad (1)$$



Gambar 2. Skematis cara menentukan ketinggian pengukuran dbh batang pohon yang tidak beraturan bentuknya

Pengukuran biomassa dilakukan dengan cara “non destructive”, yaitu menggunakan persamaan alometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti lain sebelumnya dengan cara *destructive*. Persamaan alometrik yang digunakan untuk *Avicennia marina* adalah menurut Dharmawan dan Siregar (2008) dengan persamaan alometriknya adalah  $Yatas = 0.1848(D)^{2.3524}$  dan untuk *Rhizophora mucronata* menurut Dharmawan (2010)  $Yatas = 0.1466 (DBH)^{2.3136}$ . Menurut MacDicken 1997, penentuan biomassa dapat disusun minimal menggunakan 30 pohon contoh terpilih yang terbaik, sehingga dalam penelitian ini akan dipilih sebanyak 15 contoh tegakan pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* sehingga di dapat total 30 pohon contoh.

Pengukuran nekromasa tidak berkayu dilakukan dengan meletakkan kuadran kayu berukuran 0,5 m x 0,5 m di tempatkan di dalam sub plot kemudian diambil semua sisa-sisa bagian tanaman mati, daun-daun dan ranting-ranting gugur yang terdapat dalam tiap-tiap subplot, di masukkan ke dalam kantong kertas dan diberi label sesuai dengan kode subplot. Semua sampel yang didapat dikeringkan di bawah sinar matahari, bila sudah kering sampel digoyang-goyangkan agar tanah yang menempel pada sampel terpisah. Mengambil sub-contoh sampel sebanyak 100 g untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 80<sup>0</sup> C sampai beratnya konstan. Bila sampel yang didapat hanya sedikit (< 100 g), maka ditimbang semuanya dan dijadikan sebagai sub contoh. Estimasi BK serasah kasar per kuadran melalui perhitungan sebagai berikut (Persamaan 2):

$$Total\ BK = \frac{BK\ sub\ contoh}{Berat\ basah\ sub\ contoh} \times total\ BB \quad (2)$$

Keterangan

BK = berat kering

BB = berat basah.

Konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya sekitar 46 % (Hairiah dan Rahayu, 2007; Brown, 1997, Barnes *dkk*, 1998), oleh karena itu estimasi jumlah karbon tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat

biomassanya dengan konsentrasi karbon. Untuk menghitung stok karbon dari pendugaan biomassa tegakan maupun nekromasa tidak berkayu menggunakan perhitungan (Brown, 1997; Dharmawan, 2010; Hairiah *dkk*, 2011; SNI 7724:201; Imiliyana *dkk*, 2012, Agustin *dkk*, 2012):

$$C = berat\ biomassa\ total \times 0.46 \quad (3)$$

Untuk mengetahui besarnya serapan CO<sub>2</sub> oleh tanaman mangrove menggunakan Persamaan 3 (Dharmawan, 2010; Imiliyana *dkk*, 2012; Agustin *dkk*, 2012):

$$CO_2 = \frac{Mr_{CO_2}}{Ar_C} \times kandungannya\ C \quad (4)$$

Keterangan

Mr CO<sub>2</sub> = Berat molekul senyawa (44)

Ar C = Berat molekul relatif atom C (12)

Setelah perhitungan biomassa, stok karbon dan serapan CO<sub>2</sub> di dapat maka akan dilanjutkan dengan uji t untuk mengetahui perbedaan antara *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Biomassa Tegakan, Stok karbon dan Serapan CO<sub>2</sub>

Berdasarkan persamaan alometrik yang telah dikembangkan oleh Dharmawan dan Siregar (2008) dan Dharmawan (2010) maka di dapat biomassa tegakan sebagai berikut.

Tabel 1. Biomassa, stok dan serapan karbon dari *A. marina* dan *R. mucronata* (Mg/ha)

Jenis	Biomassa	Stok Karbon	CO <sub>2</sub>
<i>Avicennia marina</i>	118.80 <sup>a</sup>	54.65 <sup>a</sup>	200.37 <sup>a</sup>
<i>Rhizophora mucronata</i>	28.90 <sup>b</sup>	13.30 <sup>b</sup>	48.75 <sup>b</sup>
Total	147.70	67.94	249.12

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kandungan biomassa terbesar ada pada jenis *A. marina*. Hasil uji t menunjukkan adanya perbedaan antara tegakan *A. marina* dan *R. mucronata* baik itu pada biomassa, stok karbon dan serapan CO<sub>2</sub>.

Perbedaan ini disebabkan karena diameter pohon (dbh) *A. marina* jauh lebih besar dari *R. mucronata*, pada plot pengukuran *A. marina* ditemukan individu yang memiliki diameter lebih dari 30 cm. Keberadaan pohon berdiameter >30 cm pada suatu tipe lahan, memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total cadangan karbon pada biomassa pohon. Semakin banyak pohon penyusun suatu lahan berdiameter > 30 cm maka cadangan karbon pada lahan tersebut makin tinggi (Hanafi dan Bernardianto, 2012). Besarnya biomassa ditentukan oleh diameter, tinggi tanaman, kerapatan kayu dan kesuburan tanah (Kusmana *et al*, 1992).

Peningkatan kelas diameter pohon berkorelasi positif terhadap peningkatan jumlah biomassa. Umur tegakan mangrove akan berbanding lurus dengan kandungan biomasanya. Gaol *et al* (2009) dan Hatia & Tochiaki *et al* (1968) mengatakan bahwa gambaran umur populasi sering dinyatakan dalam diameter, sehingga semakin bertambah umur tanaman, maka semakin besar kandungan biomassa di atas tanah dimana menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Prasty (2011) yang dikutip oleh Imiliyana (2012) yang meneliti kandungan biomassa pada beberapa kelas umur tanaman mangrove *Rhizophora apiculata* di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat menemukan bahwa kandungan biomassa mangrove akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia tanaman. Hal ini disebabkan karena diameter pohon mengalami pertumbuhan melalui pembelahan sel yang berlangsung secara terus menerus dan akan semakin lambat pada umur tertentu (Pebriandi *dkk*, 2013).

Siregar *et al* (1995) menyatakan 98.7% biomassa dipengaruhi oleh diameter setinggi dada (dbh) dan jumlah pohon yang digunakan akan turut berpengaruh karena penentuan jumlah biomassa

dalam penelitian ini menggunakan persamaan alometrik yang sangat dipengaruhi oleh jumlah dan diameter pohon (Mejupan, 2001). Hasil penelitian Dharmawan dan Siregar (2008) pada *A. marina* dengan jumlah pohon contoh yang digunakan sebanyak 47 pohon contoh menghasilkan biomassa sebesar 364.9 ton ha<sup>-1</sup> sedangkan dalam penelitian ini menggunakan 15 pohon contoh diperoleh biomassa sebesar 118.80 Mg ha<sup>-1</sup> dan untuk *R. mucronata* menurut hasil penelitian Dharmawan (2010) yang menggunakan pohon contoh sebanyak 35 pohon contoh menghasilkan biomassa sebesar 77.2 ton ha<sup>-1</sup> sedangkan dalam penelitian ini pohon contoh yang digunakan sebanyak 15 dengan biomassa sebesar 28.90 Mg ha<sup>-1</sup>.

Stok karbon tertinggi juga terdapat pada tegakan *A. marina* yaitu 54.65 Mg.ha<sup>-1</sup>, sedangkan *R. mucronata* sebesar 13.30 Mg.ha<sup>-1</sup>. Perbedaan cadangan karbon yang tersimpan disebabkan adanya perbedaan besaran diameter di antara tegakan dimana semakin besar diameter pohon penyusun suatu lahan, maka berat biomassa pohon pada lahan tersebut akan semakin besar pula. Berat biomassa yang besar akan mempengaruhi besarnya cadangan karbon pada suatu lahan (Hanafi dan Bernardianto, 2012). Individu tegakan yang memiliki diameter > 30 cm merupakan tempat cadangan karbon terbesar pada suatu lahan. Hairiah dan Rahayu (2007) juga menyatakan bahwa potensi stok karbon dapat dilihat dari biomassa tegakan yang ada. Besarnya stok karbon tiap bagian pohon dipengaruhi oleh biomassa. Oleh karena itu, setiap peningkatan terhadap biomassa akan diikuti oleh peningkatan stok karbon. Hal ini menunjukkan besarnya biomassa berpengaruh terhadap stok karbon.

Batang merupakan kayu dimana 40 - 46% kayu tersusun oleh selulosa. Selulosa merupakan molekul gula linear berantai panjang yang tersusun oleh karbon, sehingga semakin tinggi selulosa maka kandungan karbon akan semakin tinggi. Faktor tersebut menyebabkan kelas diameter yang lebih besar akan memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi pula. Makin besar diameter pohon

diduga memiliki potensi selulosa dan zat penyusun kayu lainnya akan lebih besar.

Karbon merupakan suatu unsur yang diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Tingkat penyerapan karbon di hutan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antarlain iklim, topografi, karakteristik lahan, umur dan kerapatan vegetasi, komposisi jenis serta kualitas tempat tumbuh. Tempat penyimpanan utama karbon adalah terdapat dalam biomasanya (termasuk bagian atas yang meliputi batang, cabang, ranting, daun, bunga, dan buah serta bagian bawah yang meliputi akar), bahan organik mati, tanah dan yang tersimpan dalam produk kayu yang nantinya dapat diemisikan untuk produk jangka panjang.

Serapan CO<sub>2</sub> tertinggi juga terdapat pada jenis *A. marina* 200.37Mg.ha<sup>-1</sup>, atau 13.358 Mg/pohon, sedangkan *R. mucronata* 48.75 Mg.ha<sup>-1</sup> atau 3.250 Mg/pohon. Besarnya serapan CO<sub>2</sub> ini juga berbanding lurus dengan diameter suatu pohon, makin besar diameter maka CO<sub>2</sub> yang diserapnya semakin besar (Darmawan dan Siregar, 2008), hal ini di kuatkan dengan pendapat Gaol *et al* (2009) yang mengatakan bahwa meningkatnya diameter disebabkan karena penyimpanan biomassa hasil konversi CO<sub>2</sub> yang semakin bertambah besar seiring dengan semakin banyaknya CO<sub>2</sub> yang diserap pohon.

Secara umum hutan dengan *net growth* (terutama pohon-pohon yang sedang berada dalam fase pertumbuhan) mampu menyerap lebih banyak CO<sub>2</sub>, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil menahan dan menyimpan persediaan karbon tetapi tidak dapat menyerap CO<sub>2</sub> ekstra (Pebriandi *dkk*, 2013).

### 3.2 Biomassa Nekromassa Tidak Berkayu

Biomassa pada lantai hutan mangrove menjadi salah satu indikator jumlah pasokan bahan organik yang menjadi salah satu rantai makanan dalam ekosistem perairan mangrove dan pasokan utama biomassa lantai hutan yang berasal dari serasah vektasi yang jatuh. Besarnya potensi

biomassa nekromassa tidak berkayu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Biomassa nekromassa tidak berkayu (Mg/ha)

Jenis	Biomassa	Stok Karbon
<i>Avecennia marina</i>	0.30 <sup>a</sup>	0.14 <sup>a</sup>
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.47 <sup>a</sup>	0.22 <sup>a</sup>
Total	0.77	0.36

Dari hasil uji t di dapati bahwa tidak ada perbedaan biomassa, stok karbon dan CO<sub>2</sub> nekromassa diantara ke dua jenis mangrove tersebut. Tidak adanya perbedaan di antara kedua jenis ini di duga karena posisi kedua stasiun yang berada di pantai dan muara sungai, di mana pasang surut mempengaruhi produksi biomassa lantai hutan di kedua stasiun. Pasang surut menyebabkan serasah yang berada pada lantai hutan akan terbawa menuju tempat lain. Pada stasiun dua muara sungai akan mengalami peningkatan volumenya ketika terjadi pasang sehingga serasah yang ada akan terbawa menuju tempat lain, hal yang sama juga terjadi pada stasiun I ketika terjadi pasang ataupun surut serasah akan terbawa oleh arus laut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Snedaker and Lahmann *et al*, 1988, Allen *et al* 2000, Krauss *et al* 2005, hutan mangrove secara umum menghasilkan sedikit biomassa serasah atau bahkan cenderung tidak menghasilkan biomassa serasah sama sekali akibat terbawa aliran air, sehingga kontribusinya terhadap total karbon sangat kecil karena serasah dari pohon mangrove tersebut sudah terbawa oleh arus gelombang laut, selai itu kondisi hidrologi seperti pasang surut, presipitasi dan aliran sungai menyebabkan adanya perbedaan yang cukup rumit dibandingkan dengan hutan daratan. Polit dan Brown *et al* 1996, mengatakan bahwa rendahnya biomassa serasah secara terpisah dapat di jelaskan oelh tingginya laju dekomposisi serasa pada daerah-daerah basah.

Pendapat lain mengatakan bahwa akumulasi biomassa serasah tidak sepenuhnya merupakan produksi local oleh mangrove tersebut, bahan-bahan organik berupa serasah dan lainnya bisa saja terbawa selama terjadinya pasang tertinggi yang bisa berasal dari sungai ataupun dari lingkungan perairan lainnya yang berdekatan (Boillon dkk dalam Laffoley dan Grimsditch, 2009). Biomassa serasah juga dipengaruhi oleh kerapatan tajuk. Kerapatan tajuk atau tegakan merupakan faktor yang mempengaruhi jatuhnya serasah hutan karena adanya persaingan untuk mendapatkan sinar matahari. Semakin rapat suatu tegakan atau tajuk akan menghasilkan jumlah serasah yang lebih banyak karena pohon-pohon yang tumbuh dalam hutan yang agak rapat lekas melepaskan cabang-cabang dan daun-daun mulai dari bawah, sebab cahaya tidak cukup untuk proses fotosintesis (Rositah dkk, 2013). Namun hal ini tidak sepenuhnya berlaku pada lokasi penelitian, dari hasil analisis vegetasi menunjukkan bahwa kerapatan tegakan *A. marina* jauh lebih besar yaitu 45.88% jika dibandingkan dengan *R. mucronata* yaitu 21.18% namun analisis statistik menunjukkan tidak ada perbedaan diantara kedua jenis tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa kerapatan yang tinggi tidak berbanding lurus dengan biomassa lantai hutan karena faktor pasang surut merupakan faktor dominan yang menentukan besarnya biomassa lantai hutan.

Biomassa lantai hutan merupakan bahan-bahan organik berupa daun, ranting, cabang, buah, bunga, batang maupun fauna yang jatuh di lantai hutan. Bahan-bahan tersebut apabila terdekomposisi oleh mikroorganisme akan

termineralisasi menjadi unsur-unsur yang siap digunakan oleh tanaman (Siarudin dan Rachman, 2008).

Menurut Arif et al, (2003) serasah merupakan bahan organik yang mengalami beberapa tahap proses dekomposisi yang menghasilkan zat yang penting bagi kehidupan dan produktivitas perairan terutama dalam peristiwa rantai makanan. Proses dekomposisi serasah mangrove menghasilkan unsur hara yang diserap kembali oleh tumbuhan dan sebagian larut terbawa oleh air surut ke perairan sekitarnya. Penguraian serasah mangrove di perairan salah satunya di bantu oleh aktivitas mikroorganisme bakteri dan fungi, dalam proses dekomposisi serasah, mikroorganisme mengurai komponen penyusun dinding sel sehingga dihasilkan bahan-bahan organik dan unsur hara yang diperlukan pada suatu ekosistem (Imiliyana 2012). Nontji et al (1987) mengatakan bahwa nilai penting dari ekosistem hutan mangrove bukan sebagai sumber daya hutan melainkan juga sebagai penunjang sumber daya perikanan di perairan lepas pantai. Serasah mangrove yang jatuh diuraikan oleh mikroorganisme kemudian masuk ke rantai makanan sehingga dapat menyediakan nutrient bagi organisme yang hidup di perairan sekitarnya.

### 3.3 Biomassa Permukaan Total

Jumlah total keseluruhan biomassa permukaan atas yang ada di hutan mangrove Oebelo disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Biomassa permukaan total (Mg/ha)

Jenis/Parameter	Biomassa		Stok Karbon		CO <sub>2</sub>	
	Batang	Serasah	Batang	Serasah	Batang	Serasah
<i>Avicennia marina</i>	118.90	0.30	54.65	0.14	200.37	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	28.90	0.47	13.30	0.22	48.75	-
Total	147.70	0.77	67.94	0.36	249.21	-
<b>TOTAL</b>	<b>148.47</b>		<b>68.3</b>		<b>249.21</b>	

Total biomassa mangrove di bagi dengan jumlah plot sebesar 49.49 Mgha<sup>-1</sup>, jika di ekstrapolasi dengan luas hutan mangrove yaitu 1082 ha maka total biomassa sebesar 53548.18 Mgha<sup>-1</sup>, untuk cadangan karbon sebesar 22.80 Mg ha<sup>-1</sup>, jika di ekstrapolasi dengan luas hutan maka diperoleh sebesar 24669.60 Mg ha<sup>-1</sup>, dan untuk serapan karbon sebesar 89881.74Mg ha<sup>-1</sup>. Rata-rata stok karbon yang ada di hutan mangrove Oebelo lebih kecil jika dibandingkan dengan cadangan karbon dan CO<sub>2</sub> pada pantai Camplong, Sampang-Madura sebesar 196.8549 ton/ha dengan penyerapan CO<sub>2</sub> rata-rata sebesar 721.5822 ton/ha untuk tegakan *R. stylosa* (Imiliyana *dkk*, 2012) dan penelitian lain yang dilakukan oleh Darmawan dan Siregar, 2008, pada tegakan pohon *A. marina* di Purwakarta memperoleh hasil stok karbon sebesar 182.5 ton/ha dengan penyerapan CO<sub>2</sub> sebesar 669.0 ton/ha.

Hutan mangrove memiliki potensi yang cukup besar dalam menyerap karbon. Hal ini di dasari pada produksi bersih yang dihasilkan mangrove pada tegakan hutan mangrove berumur 20 tahun yaitu biomassa total 62.9-398.8 ton/ha/tahun, guguran serasah 5.8-25.8 ton/ha/tahun, riap volume 9 m<sup>3</sup>/ha/tahun (Kusmana *et al*, 2002). Jika dilihat dari hasil perhitungan rata-rata biomassa yang diperoleh yaitu sebesar yaitu 42.97 Mg ha<sup>-1</sup>, maka biomassa yang dihasilkan ini termasuk rendah.

Menurut Golden Agri-Resources and smart pada tahun 2012 bahwa hutan dengan stok karbon rata-rata 192 ton/ha termasuk hutan dengan kerapatan tinggi, hutan dengan stok karbon 166 ton/ha termasuk hutan dengan kerapatan sedang dan hutan dengan stok karbon 107 ton/ha termasuk dalam hutan dengan kerapatan rendah.(Imiliyana *dkk*, 2012). Jika dilihat dari rata-rata stok karbon yang ada yaitu 22.80 Mg ha<sup>-1</sup>. maka hutan mangrove di Oebelo termasuk dalam hutan dengan kerapatan rendah. Satoo dan Madgwick *et al* (1982) mengatakan bahwa biomassa di dalam hutan cenderung bertambah dengan semakin tingginya kerapatan

tegakan dan kualitas tapak. Supendi (2007) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan maka makin tinggi biomassa. Pada kerapatan pohon 160-170 pohon/ha memiliki biomassa sebesar 301.08 ton/ha dan kerapatan 390-580 pohon/ha memiliki biomassa sebesar 670.75 ton/ha.

Jumlah biomassa dan karbon tersimpan yang berbeda pada setiap kawasan dipengaruhi oleh umur, spesies yang dominan, keadaan ekologis yang ada serta geografis lingkungan setempat (Komiyama *dkk*, 2007). Kondisi iklim (suhu dan curah hujan) juga berpengaruh terhadap kandungan biomassa, suhu dan biomassa yang makin tinggi maka akumulasi biomassa juga makin tinggi (Budi 2000). Soerianegara *et al*, 1965 telah mengkaji biomassa dari beberapa tegakan hutan yang ada di Indonesia yang berkaitan dengan curah hujan yang hasilnya menunjukkan antara lain biomassa batang berkurang dari 292.6 t ha<sup>-1</sup> menjadi 170.158 t ha<sup>-1</sup> mengikuti curah hujan tahunan yang menurun dari 3.874 mm menjadi 1.625 mm di hutan daratan rendah, Kalimantan Timur. Pada daerah hutan tropis daratan rendah Amazon, biomassa pada daerah dengan rata-rata curah hujan 2700 mm adalah 356.2 t ha<sup>-1</sup> (Nascimento dan Laurance *et al*, 2002) dan pada daerah dengan curah hujan lebih rendah yaitu 1697 mm adalah 262.5 t ha<sup>-1</sup> (Fearside, *et al* 1999).

Karbon tersimpan pada suatu komunitas hutan juga dipengaruhi oleh berat jenis tanaman. Jumlah karbon tersimpan berbeda-beda antara tumbuhan yang satu dengan lainnya, tergantung pada jenis tumbuhan tersebut, karena berbeda jenis berbeda pula berat jenisnya (Pebriandi *dkk*, 2013). Suatu sistem komunitas hutan yang terdiri dari jenis-jenis pohon yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi maka biomasanya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan komunitas hutan yang mempunyai jenis-jenis pohon dengan nilai kerapatan kayu rendah (Rahayu *dkk*, 2004).



Keberadaan mangrove mempunyai dampak yang sangat krusial bagi lingkungan sekitarnya, khususnya dalam penyimpanan karbon. Penelitian yang dilakukan oleh Granek dan Ruttenberg *et al* 2008, selama delapan tahun menunjukkan adanya pengurangan hingga 50% karbon tersimpan dalam sediment pada area hutan mangrove yang mengalami pembalakan secara berlebihan. Oleh karena itu pengelolaan, rehabilitasi dan restorasi hutan mangrove tidak hanya memperbesar fungsi ekologis maupun sosio-ekonomi, tapi juga menyediakan tempat penyimpanan CO<sub>2</sub> yang efisien baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek seperti adanya peningkatan biomassa selama hutan bertumbuh dan peningkatan karbon.

#### 4. Simpulan dan Saran

##### 4.1 Simpulan

- a. Total biomassa pada hutan mangrove Oebelo yaitu *Avicennia marina* sebesar 118.80 Mg.ha<sup>-1</sup> dan *Rhizophora mucronata* sebesar 52.31 Mg.ha<sup>-1</sup> dengan total keseluruhan biomassa sebesar 171.11 Mg.ha<sup>-1</sup>. Hasil uji t menunjukkan adanya perbedaan *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*.
- b. Total stok karbon yang tersimpan pada tegakan *Avicennia marina* yaitu 54.65 Mg.ha<sup>-1</sup> dan *Rhizophora mucronata* sebesar 24.06 Mg.ha<sup>-1</sup>, total keseluruhan stok karbon yang tersimpan pada saat penelitian sebesar 78.71 Mg.ha<sup>-1</sup>.
- c. CO<sub>2</sub> yang terserap pada saat penelitian yaitu tegakan *Avicennia marina* sebesar 200.37 Mg.ha<sup>-1</sup> dan tegakan *Rhizophora mucronata* sebesar 88.23 Mg.ha<sup>-1</sup>. Total keseluruhan CO<sub>2</sub> yang terserap sebesar 288.60 Mg.ha<sup>-1</sup>.
- d. Biomassa nekromassa tidak berkayu secara statistik menunjukkan tidak ada perbedaan diantara ke 2 jenis tegakan. Serasah *Rhizophora mucronata*

menghasilkan biomassa sebesar 0.47 Mg.ha<sup>-1</sup> dan *Avicennia marina* sebesar 0.30 Mg.ha<sup>-1</sup>, dengan total biomassa nekromassa tidak berkayu sebesar 0.77 Mg.ha<sup>-1</sup>.

##### 4.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai biomassa bawah agar dapat besarnya kontribusi dari biomassa bawah permukaan terhadap biomassa keseluruhan.
- b. Perlunya adanya perhatian dari pemerintah agar keberadaannya agar terus berlanjut.

#### Daftar Pustaka

- Agustin Y L, Muryono M, Purnobasuki H, 2012. *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora Stylosa Di Pantai Talang Iring, Pamekasan-Madura*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Ardianto T, 2011. *Mangrove Sebagai Penangkap Karbon, Pendingin Udara Serta Penahan Tsunami*. <http://www.surveypemetaan.blogspot.com>. 03 Juni 2013
- Budi C, 2000. *Model Penduga Biomassa dan Indeks Luas Daun Menggunakan Data Landsat Thematic Mapper (TM) dan Spot Multispektral (XS) di Hutan Mangrove (Studi Kasus Sagara Anakan, Cilacap)*. Program Pascasarjana.IPB. Bogor
- Brown S, 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests*.FAO Forestry Paper 134. Diunduh dari <http://www.fao.org/docrep/W4095E/W4095E00.htm> tanggal 31-05-2013
- Burton V B, Zak D. R, Denton S. R, Spurr S. H, 1998. *Forest Ecology*. John Wiley & Sons, Inc

- Daniel C. D., Kauffman J.B., Murdiyarso D., Kurnianto S., Stidham M., Kanninen M. 2011. *Mangroves Among The Most Carbon-Rich Forests In The Tropics*. Nature Geoscience. DOI: 10.1038.
- Dessy L. 2010. *Pengaruh Struktur Vegetasi dan Kondisi Lingkungan Fisik Mangrove Terhadap Keanekaragaman Jenis Ikan dan Pendapatan Nelayan di Teluk Kupang*. Thesis Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam. Universitas Nusa Cendana.
- Dharmawan I. W. S dan Siregar C.A, 2008. *Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan Avicennia marina (Forsk.) Vierh. Di Ciasem, Purwakarta*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. V No. 4 : 317-328, 2008
- Dharmawan I. W. S, 2010. *Pendugaan Biomassa Karbon Di Atas Tanah Pada Tegakan Rhizophora Mucronata Di Ciasem, Purwakarta*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, Vol. 15 No. 1, April 2010, Hal 50-56. ISSN 0853-4217
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p
- Hanafi N., Bernardianto R.B. 2012. *Pendugaan Cadangan Karbon Pada Sistem Penggunaan Lahan di Areal PT. Sikatan Wana Raya*. Media Sains, Volume 4 Nomor 2.
- Imiliyana A. Muryono M, Purnobasuki H. 2012. *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora Stylosadi Pantai Camplong, Sampang-Madura*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Kathiresan K, Gomathi V, Anburaj R, Saravanakumar K, Asmathunisha N, Sahu S.K, Shanmugaarasu V, Anandhan S. 2013. *Carbon sequestration potential of mangroves and their sediments in southeast coast of India*. Faculty of Marine Sciences, Annamalai University, Parangipettai. India
- Komiyama A, Ong J. E, Pongparn S, 2007. *Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review*. Aquatic Botany 89 (2008) 128–137
- Krisnawati H, Adinugroho W. C, Immanudi R, 2012. *Monograf Model-Model Alometrik Untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Kementerian Kehutanan
- Krisnawati H, Adinugroho W.C, Imanuddin R, Hutabarat S., 2014. *Pendugaan Biomassa Hutan untuk Perhitungan Emisi CO2 di Kalimantan Tengah*. Pendekatan komprehensif dalam penentuan faktor emisi karbon hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
- MacDicken KG, 1997. *A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects*. Winrock International Development. USA. Institute for Agriculture
- Mejupan E, 2001. *Pengukuran Biomassa dan Kandungan Hara Kalsium (Ca) di Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Rawa Gambut (Studi Kasus di HPH PT. Diamond Raya Timber, Bagan Siapi-Api, Propinsi Dati I Riau)*. Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Pebriandi, Sribudiani E, Mukhamadun. 2013. *Estimation of The Carbon Potential In The Above Ground At The Stand Level Poles And Trees In Sentajo Protected Forest*. Departement of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Riau
-

- Rahayu S, Lusiana B Dan Noordwijk Mv, 2004. *Pendugaan Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur*. World Agroforestry Centre, Cida, Care
- Siarudin M, Rachman E, 2008.. *Biomassa Lantai Hutan Dan Jatuhan Serasah Di Kawasan Mangrove Blanakan, Subang, Jawa Barat*. Balai Penelitian Kehutanan Ciamis
- Simon H, 2007. *Metode Inventore Hutan*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon –Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. SNI 7724
- Sumiyati S, 2010. *Hubungan Antara Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove dengan Keanekaragaman Ekologis dan tensi Ekonomis Gastropoda dan Bivalvia di Perairan Pesisir Oebelo dan Tanah Merah Kabupaten Kupang*. Thesis. Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam, Pascasarjana Undana
- Supendi D.P. 2007. *Penduga Biomassa Tegakan Pinus (Pinus merkusii Jungh et de Vriese) Pada Berbagai Kerapatan di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi*. Program Studi Budidaya Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Tua M, 2011. *Hubungan Antara Kepadatan Komunitas Mangrove dengan Keragaman Meroplankton di Perairan Pesisir Oebelo dan Tanah Merah Kabupaten Kupang*. Thesis. Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam, Pascasarjana Undana
- Yuniawati, Budi Aman A, Elias. 2011. *Estimasi Potensi Biomassa dan Massa Karbon Hutan Tanaman di Lahan Gambut (Studi Kasus di Areal HTI Kayu Serat di Pelalawan, Propinsi Riau)*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 29 No. 4, Desember 2011: 343-355
- Zacharias A. B, 2005. *Dampak Penerapan Teknologi Pengelolaan Garam Terhadap Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat dan Pelestarian Sumber Daya Alam di Kawasan Teluk Kupang (Studi Kasus Kabupaten Kupang)*. Thesis. Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam, Pascasarjana Undana