



<http://www.lppm.uncen.ac.id/>

PROSIDING

ISBN: 978 - 602 - 7905 - 39 - 9

SEMINAR HASIL PENELITIAN PENGEMBANGAN IPTEKS DAN SAINS
Edisi Ketujuh, Juli 2021

Diterbitkan Oleh:
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Cenderawasih



ESTIMASI STOK KARBON PADA TEGAKAN POHON MANGROVE DI KAWASAN WISATA ALAM TELUK YOUTEFA

LEONARDO E. AISOI DAN RUTH MEGAWATI

Dosen Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Cenderawasih Jayapura

E-mail: leon_aisoi@yahoo.com

ABSTRACT

*One coastal areas of the Jayapura City that has mangrove forests is coast of Youtefa Bay. Based on the decree Minister of Forestry Number: 714/Kpts/-2/1996 this mangrove area was designated as a Nature Tourism Park. One of the most important ecological functions of mangrove forests is as a carbon storage. Mangrove forests have a very important ecological function as carbon storage. Mangrove forests store carbon four times faster than other tropical forests. This study aims to determine the carbon stock in the stems, roots, litter and necromass of one mangrove species, namely *Rhizophora stylosa* in TWA Youtefa Bay, Jayapura City at Enggros location and Hamadi beach location. The research was conducted by making a plot measuring 5m x 100m at each location. Calculation of carbon stock using the allometric method Kusmana (1997) by measuring the diameter at breast height of the sample tree. Carbon stocks are estimated by multiplying the total biomass per unit area by a constant 0.46. The results of this study were carbon stocks in the highest tidal zone were 232.59 tonnes/ha for the stem, 0.4658 tonnes/ha for the roots, 0.0049 tonnes/ha for the litter and 0 tonnes/ha for woody necromass, respectively. Meanwhile, the carbon stock in the lowest tide zone was 111.91 tonnes/ha for stems, 0.21492 tonnes/ha for roots, 0.0031 tonnes/ha for litter, and 48.521 tonnes/ha for woody necromass, respectively. The average carbon stock in the two zones was 196.8549 tonnes/ha with CO₂ absorption of 721.5822 tonnes/ha.*

Key Words: *Mangroves, Carbon Stock, TWA Youtefa Bay*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim menyebabkan kenaikan suhu rata-rata permukaan bumi yang dipicu oleh kenaikan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer sehingga terjadi pemanasan global. Pemanasan global terjadi akibat adanya efek rumah kaca karena menyerap cahaya infra merah yang dipantulkan balik oleh bumi dari matahari. Panas yang terperangkap ini selanjutnya menyebabkan peningkatan suhu bumi (Widiatmaka 2013). Masalah pemanasan global ini bahkan telah menjadi agenda utama Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB). Kontributor terbesar pemanasan global saat ini adalah karbon dioksida (CO₂) dengan konsentrasi dan kemampuan mememanaskannya, maka memberikan sumbangan sekitar 55% dan metana (CH₄) yang dihasilkan pertanian dan peternakan (terutama dari sistem pencernaan hewan-hewan ternak) sekitar 17%, Nitrogen Oksida (NO) dari pupuk sekitar 7%, dan gas-gas yang digunakan untuk kulkas dan pendingin ruangan (CFC) sekitar 21%. Rusaknya hutan-hutan yang seharusnya berfungsi sebagai penyimpan CO₂ juga makin memperparah keadaan ini karena pohon-pohon yang mati akan melepaskan CO₂ yang tersimpan di dalam jaringannya ke atmosfer. Selama dekade terakhir ini emisi CO₂ meningkat dua kali lipat dari 1400 juta ton per tahun menjadi 2900 juta ton per tahun. Sementara itu, konsentrasi CO₂ di atmosfer pada tahun 1998 adalah 360 *parts per million by volume* (ppmv) dengan laju peningkatan per tahun 1.5 ppmv. Indonesia sendiri saat ini berada

dalam urutan ketiga negara penghasil emisi CO₂ terbesar di dunia. Indonesia berada di bawah Amerika Serikat dan China, dengan jumlah emisi yang dihasilkan mencapai dua miliar ton CO₂ per tahunnya atau menyumbang 10% dari emisi CO₂ di dunia (Anonim, 2006).

Ekosistem mangrove berperan dalam mitigasi perubahan iklim akibat pemanasan global karena mampu mereduksi CO₂ melalui mekanisme “*sequestrasi*”, yaitu penyerapan karbon dari atmosfer dan penyimpanannya dalam beberapa kompartemen seperti tumbuhan, serasah dan materi organik tanah (Hairiah dan Rahayu., 2007). Karbon yang diserap tumbuhan selama fotosintesis, bersamasama dengan nutrien yang diambil dari tanah, menghasilkan bahan baku untuk pertumbuhan (Setyawan *et al.*, 2002). Dalam proses fotosintesis, CO₂ dari atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk biomassa. *Carbon sink* berhubungan erat dengan biomassa tegakan. Jumlah biomassa suatu kawasan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa yang diduga dari pengukuran diameter, tinggi, dan berat jenis pohon. Biomassa dan *carbon sink* pada hutan tropis merupakan jasa hutan diluar potensi biofisik lainnya, dimana potensi biomassa hutan yang besar adalah menyerap dan menyimpan karbon guna pengurangan CO₂ di udara. Manfaat langsung dari pengolahan hutan berupa hasil kayu hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimal hutan dalam penyerapan karbon mencapai 77,9% (Darusman, 2006).

Salah satu wilayah pesisir Kota Jayapura yang memiliki hutan mangrove

adalah pesisir teluk Youtefa. Berdasarkan surat keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 714/Kpts/-2/1996 kawasan mangrove ini ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam. Terletak sekitar 3 km dari pusat kota Jayapura. Manfaat TWA Teluk Youtefa secara ekologi sebagai penghasil bahan organik yang merupakan sumber makanan biota, tempat berlindung dan memijah berbagai jenis biota air, sebagai mata rantai yang sangat penting dalam memelihara siklus biologi di suatu perairan dan manfaat ekonomi sangat penting bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi ini (Hamuna, *et al.*, 2018). Selama ini sudah banyak penelitian yang dilakukan di lokasi ini, misalnya deteksi perubahan luasan mangrove Teluk Youtefa oleh Hamuna B. dan Tanjung R.H. (2018) dan Komposisi dan pemanfaatan Ekosistem Mangrove di kawasan ini oleh Randongkir H, dkk. (2019).

Dari beberapa penelitian yang dilakukan di TWA Teluk Youtefa, penelitian tentang stok karbon selama ini belum dilakukan, oleh karena itu penelitian tentang estimasi stok karbon pada tegakan mangrove pada TWA Teluk Youtefa dirasa penting karena dengan mengetahui jumlah karbon yang mampu diserap oleh mangrove pada lokasi ini, kita akan lebih memahami manfaat ekologi mangrove sebagai penyerap karbon sehingga usaha konservasi mangrove dalam rangka mengurangi pemanasan global serta sebagai usaha perdagangan karbon dapat lebih ditingkatkan. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu jenis mangrove yaitu *Rhizophora stylosa*, dikarenakan keterbatasan waktu penelitian.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian adalah vegetasi mangrove (akar, batang, ranting, dan daun), peta kerja, dan berbagai data sekunder yang mendukung informasi di lokasi penelitian.

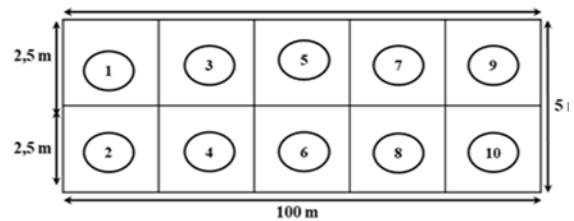
2. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah *global positioning system* (GPS), kantong plastik berbagai ukuran, parang, karung, timbangan, kalkulator, drone, bor tanah, oven, cawan porselen, *tally sheet*, meteran, alat tulis, kamera, peralatan laboratorium.

Metode Penelitian

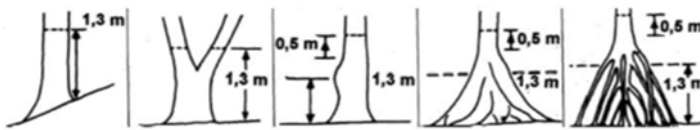
1. Pengukuran Biomassa Pohon

Pengukuran biomassa pohon mangrove dengan membuat plot berukuran 5 m x 100 m = 500 (Hairiah dan Rahayu, 2007), pada zona yang telah ditentukan. Pemilihan lokasi plot pada lokasi dengan vegetasi mangrove seragam serta tidak terlalu rapat dan jarang. Kemudian pada setiap sudut plot diberi tanda dengan tali, masing-masing plot berukuran 2.5 m x 100 m. Pada setiap subplot dibagi lagi menjadi 5, sehingga dalam 1 plot berukuran 5 m x 100 m terdapat 10 buah sub plot.



Gambar 1. Pembagian sub plot pengamatan

Setelah pembuatan plot dilanjutkan dengan pengukuran diameter batang setinggi dada (*DBH = diameter at breast height = 1.3 m* dari permukaan tanah) pohon yang masuk dalam sub plot. Pengukuran *DBH* dilakukan hanya pada pohon berdiameter > 5 cm. Menurut MacDicken 1997, penentuan biomassa dapat disusun minimal menggunakan 30 pohon contoh terpilih untuk tiap spesies.



Gambar 2. Skematis cara menentukan ketinggian pengukuran dbh batang pohon yang tidak beraturan bentuknya (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Pengukuran biomassa akar dilakukan dengan cara mengukur diameter semua akar yang terdapat pada pohon sampel terpilih, kemudian dilakukan perhitungan biomassa akar menggunakan rumus alometrik akar yang telah dikembangkan oleh Kusmana (1997)

2. Pengukuran Nekromasa Berkayu

Nekromassa berkayu adalah pohon mati yang masih berdiri maupun yang roboh, tunggultunggul tanaman, cabang dan ranting yang masih utuh yang berdiameter > 5cm dan panjang 0,5 m. Menghitung massa jenis dari nekromassa berkayu dengan cara mengambil sedikit contoh kayu ukuran ±10 cm, diukur panjang, diameter dan ditimbang berat basah nya dengan memasukkan dalam oven pada suhu 100°C selama 48 jam dan ditimbang berat keringnya. Perhitungan

volume dan berat jenis kayu dengan rumus:

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = \rho R^2 T$$

$$\text{BJ (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Berat kering (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Dimana :

R = jari-jari potongan kayu

= ½ x Diameter (cm)

T = panjang kayu (cm)

3. Pengukuran Nekromasa Non Berkayu

Nekromasa tidak berkayu adalah seresah daun yang masih utuh (seresah kasar), dan bahan organik lainnya yang telah terdekomposisi sebagian dan berukuran > 2 mm (seresah halus). Langkah kerja mengukur nekromassa berkayu adalah sebagai berikut:

Menempatkan kuadran bambu, kayu atau aluminium berukuran 0,5 m x 0,5 m di dalam Sub plot (5 m x 40 m) secara acak. Mengambil semua sisa-sisa bagian tanaman mati, daun-daun dan ranting-ranting gugur yang terdapat dalam tiap-tiap subplot, masukkan ke dalam kantong kertas dan diberi label sesuai dengan kode subplot.

Mengambil sub-contoh sampel sebanyak 100 g untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C sampai beratnya konstan. Bila sampel yang didapat hanya sedikit (< 100 g), maka ditimbang semuanya dan dijadikan sebagai sub contoh.

Estimasi BK seresah kasar per kuadran melalui perhitungan sebagai berikut

(Rifyunando, 2011) :

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BK sub Contoh}}{\text{BB sub contoh}}$$

Dimana, BK = berat kering
BB = berat basah

Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi penghitungan biomassa dan stok karbon pada seluruh komponen yang ada di atas permukaan tanah. Penentuan biomassa pohon menggunakan persamaan alometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya yang pengukurannya diawali dengan penebangan dan penimbangan beberapa pohon. Persamaan alometrik yang digunakan adalah menurut Kusmana (1997).

Nekromassa berkayu dihitung dengan persamaan yang dikembangkan oleh Hairiah dan Rahayu (2007), yaitu: menggunakan rumus alometrik seperti pohon hidup. Biasanya kerapatan kayu mati sekitar 0.4 g cm^{-3} , namun dapat juga bervariasi tergantung pada pelapukannya. Semakin lanjut tingkat pelapukan kayu, maka kerapatannya semakin rendah (Rifyunando, 2011).

$$\text{Bk (kg)} = \pi \rho H D^2/40$$

Keterangan:

H = Panjang/Tinggi Nekromassa (cm)

D = Diameter Nekromassa (cm)

ρ = BJ kayu (g cm^{-3})

Konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya sekitar 46 % (Hairiah dan Rahayu, 2007), oleh karena itu estimasi jumlah karbon tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat biomassanya

dengan konsentrasi karbon. Jadi berat kering komponen penyimpan karbon dalam suatu luasan tertentu kemudian dikonversi ke nilai karbonnya dengan perhitungan (Rifyunando, 2011):

$$\text{Stok karbon} = \text{Biomassa per satuan luas} \times 0,46$$

Dari hasil perhitungan stok karbon akan diperoleh besarnya penyerapan CO_2 oleh tanaman mangrove dengan menggunakan rumus:

$$\text{Serapan CO}_2 = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar.C}} \times \text{Kandungan C}$$

Ket: Mr CO_2 = Berat molekul senyawa
(44) Ar C = Berat molekul relatif atom C (12)

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan membagi lokasi penelitian menjadi 2 lokasi, yaitu lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi. Pada setiap lokasi dibuat plot berukuran 5 m x 100 m, dan pada setiap plot dibagi lagi menjadi 10 sub plot. Kandungan biomassa pohon dihitung menggunakan rumus alometrik yang telah dikembangkan oleh Kusmana pada tahun 1997. Dilakukan juga perhitungan biomassa pada nekromasa berkayu dan tidak berkayu untuk mendapatkan perhitungan stok karbon yang lebih akurat. Perhitungan stok karbon menggunakan perhitungan yang telah dikembangkan oleh Hairiyah dan Rahayu 2007 yaitu dengan mengalikan total biomassa per satuan luas dengan 0,46. Kemudian dari jumlah stok karbon tersebut akan diketahui serapan CO_2 oleh tanaman mangrove dengan menggunakan

Tabel 1. Perbandingan total nilai biomassa (ton/ha), stok karbon (ton/ha) dan penyerapan CO₂ (ton/ha) pada lokasi Enggros dan Pantai Hamadi di TWA Teluk Youtefa

Parameter	Enggros			Hamadi		
	Biomassa	Stok Karbon	CO ₂	Biomassa	Stok Karbon	CO ₂
Batang	243,3	111,91	410,3	505,6	232,59	852,8
Akar	0,00786	0,214921	0,663177	0,001352	0,4658	1,46229
Serasah	0,000133	0,0031	0,012	0,000211	0,0049	0,0178
Nekromassa	2,10961	48,521	177,91	0	0	0

rumus $M_r \text{ CO}_2$ dibagi $A_r C$ dan dikalikan dengan jumlah stok karbon yang telah didapatkan dari perhitungan sebelumnya. Semua data kuantitatif berupa stok karbon yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisa menggunakan ANOVA dengan taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini didapatkan total nilai biomassa, stok karbon dan penyerapan CO₂ pada batang, akar, serasah dan nekromassa berkayu tegakan pohon *Rhizophora stylosa* pada lokasi Enggros dan Pantai Hamadi di TWA Teluk Youtefa seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 menunjukkan total nilai biomassa, stok karbon dan penyerapan CO₂ pada tegakan pohon *Rhizophora stylosa* pada lokasi Enggros dan Pantai Hamadi, dimana nilai biomassa, stok karbon dan penyerapan CO₂ terbesar berturut-turut terdapat pada batang, nekromassa, akar dan serasah. Hasil uji statistik perbandingan stok karbon pada masing-masing organ batang, akar, serasah dan nekromassa di lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi dapat terlihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2 menunjukkan Uji statistik perbandingan stok karbon batang, akar, serasah dan nekromassa di lokasi Enggros dan Pantai Hamadi di TWA Teluk Youtefa menggunakan uji tukey taraf signifikansi $\alpha=5\%$. Pada tabel 2 di dapatkan hasil bahwa pada batang, akar dan serasah terdapat perbedaan nyata nilai stok karbon antara kedua lokasi dengan nilai stok karbon yang paling signifikan terdapat pada lokasi Enggros. Stok karbon pada nekromassa nilai paling signifikan terdapat pada lokasi Pantai Hamadi.

Teluk Youtefa terletak di Kota Jayapura, Propinsi Papua. Teluk ini sangat terkenal dengan potensi pemandangan alam laut yang indah, sehingga pada Tahun 1996 ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam sesuai surat keputusan Menteri Kehutanan

Tabel 2. Uji statistik perbandingan stok karbon batang, akar, serasah dan nekromassa di lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi

Lokasi	Stok Karbon			
	Batang	Akar	Serasah	Nekromassa
Enggros	232,59 ^a	0,4658 ^a	0,0049 ^a	0 ^b
P. Hamadi	111,9 ^b	0,214921 ^b	0,0031 ^b	48,521 ^a

Tabel 3. Perbandingan parameter lingkungan pada lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi

Parameter	Lokasi	
	Enggros	Pantai Hamadi
Suhu	30C	31C
Salinitas	29%	30%
pH air	7	8
pH Sedimen	6	5,2
Kondisi Substrat	Lumpur Berkarang	Lumpur berpasir

Nomor: 714/Kpts-II/1996 dengan luas 1.675 Ha. Sebagai taman wisata alam sangat penting untuk dijaga kelestarian alamnya, karena salah satu potensi sumber daya alam yang terdapat di kawasan Teluk Youtefa adalah hutan mangrove yang berada di beberapa kampung, antara lain Tobati, Enggros, Nafri dan Entrop. Penelitian ini hanya di lakukan pada 2 lokasi yaitu di lokasi Enggro dan Pantai Hamadi.

Pada lokasi penelitian juga dilakukan pengukuran parameter lingkungan meliputi suhu, salinitas, Ph air dan Ph sedimen, serta jenis substrat seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 menunjukan kondisi lingkungan pada lokasi Enggros dan Pantai Hamadi memiliki kesamaan, baik pada suhu, salinitas, Ph air dan Ph sedimen. Terdapat perbedaan kondisi substrat pada lokasi Enggros dan lokasi Pantai Hamadi di TWA Teluk Youtefa. Pada lokasi Enggros kondisi substrat berupa lumpur berkarang serta terdapat adanya tumpukan seresah halus, sedangkan kondisi substrat pada lokasi Pantai Hamadi berupa lumpur berpasir. Menurut Nybakken dan Bertness (2005) bahwa sedimen berpasir umumnya

mempunyai kandungan bahan organik lebih sedikit dibandingkan dengan sedimen berlumpur, sehingga dapat disimpulkan bahwa substrat pada lokasi Enggros mempunyai kandungan bahan organik yang lebih tinggi daripada substrat pada lokasi pantai Hamadi. Buckman & Brady (1982) menyatakan bahwa bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun substrat dasar perairan yang terdiri dari timbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan. Sedangkan menurut Fauchald dan Jumars (1979) kandungan bahan organik yang tinggi dalam sedimen akan berdampak pada rendahnya oksigen dalam sedimen.

Biomassa tegakan pohon *Rhizophora stylosa*

Kandungan biomassa pohon merupakan penjumlahan dari kandungan biomassa tiap organ tumbuhan yang merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosintesis. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tumbuhan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat, selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tumbuhan dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah dan Rahayu, 2007).

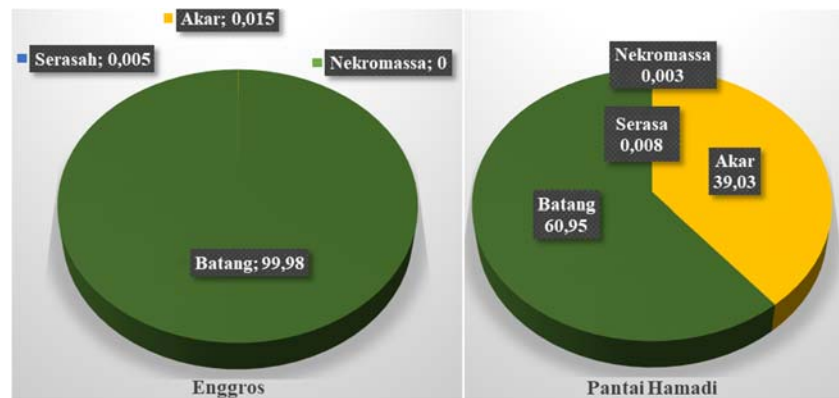
Berdasarkan tabel 1 diperoleh hasil bahwa potensi biomassa tegakan *Rhizophora stylosa* berbeda antara lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi, begitu pula pada masing-masing bagian organ pohon *Rhizophora stylosa*. Total potensi biomassa tegakan pohon pada lokasi Enggros sebesar 505.6016 ton/ha sedangkan total potensi biomassa pada lokasi pantai Hamadi sebesar 245.418 ton/ha.

Kandungan biomassa di lokasi Enggros lebih besar dari lokasi pantai Hamadi. Hal ini disebabkan oleh pola pertumbuhan mangrove cenderung dari arah darat menuju laut, dimana propagul mangrove yang telah matang akan jatuh dan terbawa arus menuju laut sampai menemukan substrat yang cocok untuk tumbuh sehingga tegakan mangrove di darat akan memiliki umur yang lebih tua dibandingkan tegakan mangrove di daerah laut. Menurut Sjostrom (1998) makin besar potensi biomassa tegakan diakibatkan oleh makin tua umur tegakan tersebut. Hal ini disebabkan karena diameter pohon mengalami pertumbuhan melalui pembelahan sel yang berlangsung secara terus menerus dan akan semakin lambat pada umur tertentu. Pertumbuhan tersebut terjadi di dalam kambium arah radial sehingga terbentuk sel-sel baru yang akan menambah diameter batang.

Tingginya kandungan biomassa pada lokasi Enggros juga disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan pada kedua lokasi, dimana pada lokasi Enggros terdapat banyak tumpukan seresah halus yang berasal dari guguran daun, ranting maupun cabang tegakan mangrove.

Tumpukan seresah pada lokasi Enggros terjadi akibat adanya aktivitas pasang surut air laut, dimana seresah mangrove yang berasal dari laut akan terbawa oleh air pasang yang menuju darat sehingga terjadi penumpukan seresah. Menurut Arif (2003) seresah 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 seresah mangrove menghasilkan unsur hara yang diserap kembali oleh tumbuhan dan sebagian larut terbawa oleh air surut keperairan sekitarnya. Penguraian seresah mangrove di perairan salah satunya di bantu oleh aktivitas mikroorganisme bakteri dan fungi, dalam proses dekomposisi seresah, mikroorganisme mengurai komponen penyusun dinding sel sehingga dihasilkan bahan-bahan organik dan unsur hara yang diperlukan pada suatu ekosistem. Alasan ini juga diperkuat oleh pendapat Deacon (1984) dimana fungi memproduksi beberapa enzim pemecah selulosa dan lignin yang menghasilkan beberapa polimer yang kompleks dan bersifat resisten. Komponen yang dihasilkan berupa bahan utama pembentuk humus yakni asam humus yang dapat menyuburkan tanah.

Kandungan biomassa juga mengalami perbedaan pada masing-masing organ tumbuhan (batang, akar, seresah dan nekromassa) mangrove *Rhizophora stylosa* pada masing-masing lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi seperti yang terlihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Prosentase perbandingan biomassa pada batang, akar, serasah dan nekromassa pada lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi.

Dari gambar di atas terlihat bahwa batang memiliki kandungan biomassa terbesar, baik pada lokasi Enggros dan plantain Hamadi. Distribusi biomassa pada tiap komponen pohon menggambarkan besaran distribusi hasil fotosintesis pohon yang disimpan oleh tumbuhan. Melalui proses fotosintesis, CO₂ di udara diserap oleh tanaman dan dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi karbohidrat untuk selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah dan Rahayu 2007). Walaupun aktifitas fotosintesis terjadi di daun, namun distribusi hasil fotosintesis terbesar digunakan untuk pertumbuhan batang. Batang umumnya memiliki zat penyusun kayu yang lebih baik dibandingkan dengan bagian pohon lainnya. Zat penyusun kayu tersebut menyebabkan bagian rongga sel pada batang banyak tersusun oleh komponen penyusun kayu dibanding air, sehingga bobot biomassa batang akan menjadi lebih besar.

Hal ini sejalan dengan pendapat Walpone (1993) bahwa terdapat hubungan

erat antara dimensi pohon (diameter dan tinggi) dengan biomasanya. Penelitian yang dilakukan oleh Catur dan Sidiyasa (2001) juga mendukung pendapat ini, dimana biomassa pada setiap bagian pohon meningkat secara proporsional dengan semakin besarnya diameter pohon sehingga biomassa pada setiap bagian pohon mempunyai hubungan dengan diameter pohon.

Pada penelitian ini, kandungan biomassa paling rendah terdapat pada serasah. Hal ini dikarenakan serasah yang terdapat pada lokasi penelitian lebih banyak berasal dari guguran daun mangrove di lokasi penelitian. Daun memiliki kandungan biomassa yang rendah dikarenakan daun lebih banyak menyimpan kandungan air. Hal ini sesuai dengan pendapat Amira (2008) dimana daun memiliki kadar air yang tinggi karena merupakan unit fotosintesis yang pada umumnya memiliki banyak rongga sel yang diisi oleh air dan unsur hara mineral. Pendapat lain juga di sampaikan oleh Hilmi (2003) dimana daun memiliki jumlah stomata yang lebih banyak daripada lentisel yang terdapat pada

batang, sehingga menyebabkan banyaknya air dari lingkungan yang diserap oleh daun dan rongga yang ada pada daun akan banyak terisi air.

Perbandingan stok karbon tegakan pohon *Rhizophora stylosa* pada Batang, Akar, Seresah dan Nekromassa pada lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi.

Prosentase stok karbon meningkat sejalan dengan peningkatan biomassa. Stok karbon berbanding lurus dengan kandungan biomasanya. Semakin besar kandungan biomassa, maka stok karbon juga akan semakin besar. Menurut Hairiyah dan Rahayu (2007) konsentrasi karbon dalam bahan organik biasanya 46% oleh karena itu potensi simpanan karbon yang dimiliki tegakan *Rhizophora stylosa* pada batang, akar, seresah dan nekromassa adalah 46% dari potensi biomasanya. Hal ini berarti peningkatan jumlah biomassa pada akhirnya akan meningkatkan kandungan karbon yang dapat diserap dari atmosfer. Ketika mangrove mengalami pertumbuhan, terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan hasilnya berupa biomassa yang dialokasikan ke ranting, daun, batang dan akar.

Pada penelitian ini juga dilakukan perbandingan stok karbon pada batang, akar, seresah, dan nekromassa berkayu pada lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi, kemudian hasil stok karbon dari masing-masing organ di bandingkan pada kedua lokasi dengan menggunakan

Rancangan Acak Kelompok dengan taraf signifikansi $\alpha=95\%$.

Dari tabel 2 dapat terlihat bahwa total stok karbon pada batang di lokasi Enggros sebesar 232.59 ton/ha, sedangkan stok karbon batang pada lokasi pantai Hamadi sebesar 111.91 ton/ha. Dari hasil tersebut kemudian dilakukan perhitungan anova one way pada taraf signifikansi $\alpha=95\%$ dengan menggunakan SPSS dan di dapatkan hasil bahwa stok karbon batang pada kedua lokasi tersebut berbeda secara nyata, hal ini ditunjukkan dengan nilai uji anova one way dimana P-value menunjukkan angka 0.013 ($P<0.05$). Dari hasil uji anova one way dilanjutkan dengan uji tukey untuk mengetahui pada lokasi manakah yang menghasilkan nilai stok karbon batang yang paling signifikan dan di dapatkan bahwa pada lokasi Enggros memiliki kandungan karbon yang lebih besar daripada lokasi pantai Hamadi.

Hal ini disebabkan karena kandungan biomassa batang pada lokasi Enggros lebih besar daripada biomassa batang pada lokasi pantai Hamadi. Dimana salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya stok karbon adalah kandungan biomassa. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan pendapat Hairiah dan Rahayu (2007) yang 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.

Perhitungan stok karbon juga dilakukan pada akar di lokasi Enggros dan lokasi pantai Hamadi dimana hasil yang didapatkan adalah stok karbon akar pada lokasi Enggros sebesar 0.03626 ton/ha dan pada lokasi pantai Hamadi sebesar 0.01644 ton/ha. Pada uji anova one way menggunakan SPSS didapatkan hasil bahwa stok karbon akar pada kedua lokasi terdapat perbedaan nyata dimana P-value menunjukkan angka 0.009 ($P > 0.05$). Dari uji tukey di dapatkan stok karbon paling signifikan pada lokasi Enggros.

Hal ini dapat disebabkan karena kondisi substrat pada lokasi Enggros berupa substrat berlumpur yang miskin oksigen yang berkaitan dengan bentuk adaptasi mangrove terhadap kondisi anoksik. Salah satu fungsi akar tunjang pada mangrove adalah untuk menyerap udara pada kondisi anoksik, semakin sedikit kandungan oksigen maka semakin tinggi akar tunjang. Hal ini sejalan dengan penelitian Halidah (2009) yang meneliti pertumbuhan *Rhizophora mucronata* pada berbagai kondisi substrat di kawasan rehabilitasi mangrove Sinjai Timur Sulawesi Selatan mendapatkan hasil bahwa semakin tebal kandungan lumpur, jumlah dan tinggi akar tunjang juga semakin besar. Tingginya akar tunjang akan berakibat pada tingginya kandungan biomassa, sehingga stok karbonnya juga akan semakin besar.

Perhitungan karbon pada seresah dilakukan dengan menggunakan kuadran bambu berukuran 0.5m x 0.5m pada setiap sub plot penelitian. Kemudian seresah ditimbang dan dikeringkan menggunakan oven hingga beratnya konstan dan dapat

diketahui kandungan biomassa dan kandungan karbonnya. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa stok karbon akar pada lokasi Enggros sebesar 0.0049 ton/ha dan pada lokasi pantai Hamadi sebesar 0.0031 ton/ha. Perhitungan menggunakan anova one way dengan SPSS memperoleh hasil bahwa pada kedua lokasi terdapat perbedaan nyata stok karbon pada seresah, dimana P-value yang dihasilkan sebesar 0.018 ($P < 0.05$) sehingga pada kedua lokasi terdapat perbedaan yang nyata. Berdasarkan uji tukey diperoleh hasil bahwa stok karbon terbanyak terdapat pada lokasi Enggros.

Stok karbon terbesar terdapat pada lokasi Enggros disebabkan karena pada lokasi pantai Hamadi terdapat sedikit seresah, hal ini disebabkan karena adanya arus pasang surut air laut. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rifyunando (2011) pada kawasan hutan mangrove kawasan Leuweung Sancang kab Garut, dimana pada penelitian tersebut juga memperoleh hasil bahwa stok karbon di darat juga lebih besar daripada stok karbon di laut.

Nekromassa merupakan pohon mati (baik yang masih berdiri maupun yang sudah roboh) yang terdapat pada plot penelitian. Perhitungan stok karbon nekromassa dilakukan dengan mengukur diameter pohon mati pada plot penelitian. Dari hasil penelitian di dapatkan bahwa stok karbon nekromassa pada lokasi Enggros sebesar 0 ton/ha dan pada lokasi pantai Hamadi sebesar 48.521 ton/ha. Dari hasil perhitungan menggunakan SPSS diperoleh hasil dimana F-value yang dihasilkan sebesar 0.049 ($F > 0.05$)

sehingga terdapat perbedaan yang nyata pada kedua lokasi. Hasil dari uji tukey menunjukkan bahwa lokasi pantai Hamadi memberikan hasil yang lebih signifikan.

Stok karbon nekromassa pada lokasi pantai Hamadi memberikan hasil yang lebih tinggi daripada lokasi Enggros karena pada plot lokasi Enggros tidak ditemukan adanya nekromassa, sedangkan pada lokasi pantai Hamadi ditemukan nekromassa berjumlah 4. Hal ini disebabkan karena masyarakat yang tinggal di kampung Enggros banyak memanfaatkan nekromassa atau kayu kering mangrove sebagai kayu bakar.

Keadaan lingkungan juga dapat mempengaruhi keberadaan nekromassa pada kedua lokasi tersebut, dimana pada lokasi Enggros terdapat banyak sekali seresah yang dapat berfungsi sebagai kompos sehingga membuat mangrove pada lokasi ini tumbuh subur. Selain itu arus yang datang dari arah laut ke daratan membawa nutrisi yang mendukung pertumbuhan mangrove. Salah satu fungsi akar tunjang dari *Rhizophora stylosa* adalah sebagai peredam arus, semakin menuju darat arus tersebut akan semakin kecil sehingga arus di daratan tidak dapat kembali ke laut sehingga nutrisi yang dibawa oleh arus tadi lebih banyak terendap di daratan daripada di laut, sehingga mangrove pada lokasi Enggros tumbuh lebih baik daripada lokasi pantai Hamadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini di dapatkan hasil bahwa stok karbon pada

lokasi Enggros berturut-turut adalah 232.59 ton/ha pada batang, 0.4658 ton/ha pada akar, 0.0049 ton/ha pada seresah dan 0 ton/ha pada nekromassa berkayu. Sedangkan stok karbon pada lokasi pantai Hamadi berturut-turut adalah 111.91 ton/ha pada batang, 0.21492 ton/ha pada akar, 0.0031 pada seresah dan 48.521 pada nekromassa berkayu. Dari uji statistik didapatkan hasil stok karbon batang, akar dan seresah signifikan pada lokasi Enggros sedangkan stok karbon nekromassa signifikan pada lokasi pantai Hamadi. Stok karbon total pada kedua lokasi sebesar 196.8549 ton/ha dengan penyerapan CO₂ rata-rata sebesar 721.5822 ton/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Spesies mangrove*. Diakses dari www.wetlands.or.id pada tanggal 7 Maret 2012
- Amira S. 2008. Pendugaan Biomassa Jenis *Rhizophora apiculata* Bl. di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Ardianto, Taufik. 2011. *Mangrove sebagai penangkap karbon, pendingin udara serta penahan tsunami*. Diakses dari www.survey-pemetaan.blogspot.com pada tanggal 7 Maret 2012
- Arief, A. 2003. Hutan mangrove, fungsi dan manfaatnya. Kanisius. Yogyakarta.
- Catur Wahyu dan Sidiyasa Kade. 2001. Model pendugaan biomassa pohon

- mahoni (*swietenia macrophylla* king) di atas permukaan tanah.
- Daniel C. Donato, J. Boone Kauffman, Daniel Murdiyarto, Sofyan Kurnianto, Melanie Stidham and Markku Kanninen. 2011. *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nature Geoscience*. DOI: 10.1038
- Deacon, J.W. 1984. Introduction to modern mycology. Second Edition. Blackwell scientific publication. Oxford London edinburgh. Boston palto alto melborn
- Darusman, D. 2006. *Pengembangan potensi nilai ekonomi hutan dalam restorasi ekosistem*. Jakarta
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan*. World Agroforestry Centre. ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.
- Hamuna, B., dan Tanjung, R.H.R. 2018. Deteksi perubahan luasan mangrove Teluk Youtefa Kota Jayapura menggunakan citra landsat multitemporal. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(2), 115-122.
- Halidah. 2010. *Pertumbuhan Rhizophora Mucronata lamk pada berbagai kondisi substrat di kawasan rehabilitasi mangrove Sinjai Timur Sulawesi Selatan*. Balai Penelitian Kehutanan Manado.
- Kusmana C. 1997. *An estimation of above and below ground tree biomass of a mangrove forest in East Kalimantan, Indonesia*. Bogor Agricultural University. Bogor. Vol II no 1. Hal 24
- MacDicken KG. 1997. *A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects*. Winrock International Institute for Agriculture Development. USA.
- Nybakken JW, dan MD Bertness, 2005. *Marine biology: An ecological approach*, 6th ed. Pearson Education Inc., San Fransisco
- Prasty, gilang.2011. *Pendugaan biomassa beberapa kelas umur tanaman jenis rhizophora apiculata bl. pada areal pt. bina ovivipari semesta kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor
- Randongkir H., dkk. 2019. *Komposisi Vegetasi dan Pemanfaatan Ekosistem Mangrove di Kawasan Wisata Alam Teluk Youtefa Kota Jayapura*. *Acropora Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua* Vol.2 No.1 Hal 21-29.
- Rifyunando, Regi. 2011. *Estimasi stok karbon mangrove di kawasan cagar alam leuweung sancang kecamatan Cibalong kabupaten Garut*. Universitas pendidikan Indonesia. Bandung
- Roshetko, J.M., M. Delaney, K. Hairiah, and P. Purnomosidhi, 2002. *Carbon stocks in Indonesia homegarden systems: Can smallholder systems be targeted for increased carbon storage?.* *American Journal of Alternative Agriculture*. Vol 17 No 2: 1-10.

- Van Noordwijk, M., S. Rahayu, K. Hairiah, Y.C. Wulan, A. Farida and B. Verbist, 2002. *Carbon stock assessment for a forest-to-coffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia)*: Science in China (series C). 45: 75-8.
- Widiatmaka. 2013. Urgensi penjagaan karbon dalam tanah dalam rangka mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Prosiding International Seminar of Adaptation and Mitigation on Climate Change. Padang 11 Maret 2013.