

**ESTIMASI KARBON BIRU (*Blue carbon*)
PADA TEGAKAN MANGROVE JENIS *AVICENNIA MARINA*
DI KAWASAN EKOWISATA MANGROVE DESA PAGATAN BESAR**

***ESTIMATION OF BLUE CARBON
IN MANGROVE STANDS OF THE AVICENNIA MARINA TYPE
IN MANGROVE ECOTOURISM IN PAGATAN BESAR VILLAGE***

¹⁾Zainudin Akbar, ²⁾M. Syahdan, ³⁾Nursalam

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Lambung Mangkurat

Jalan A Yani Km 36,5 Simpang 4 Banjarbaru, Indonesia

Email : fizayakbarg1f114046@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi karbon biru pada tegakan mangrove jenis *Avicennia marina* di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode garis berpetak, dimana petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis. Petak yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 27 petak yang berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar petak 10 m dan jarak antar garis rintis 70 m. tegakan yang diukur hanya yang memiliki diameter > 5 cm atau mempunyai keliling > 15 cm. Estimasi biomassa dihitung menggunakan metode allometrik $B=0,1848*D^{2,3524}$ dengan cara mengukur diameter pohon sedangkan untuk mengetahui simpanan karbon dengan mengalikan angka fraksi 0,46, karena konsentrasi karbon dalam bahan organik diketahui berkisar 46%. Hasil penelitian menunjukkan estimasi karbon biru yang tersimpan pada tegakan mangrove jenis *Avicennia marina* adalah 350,103 ton C/ha dengan biomassa sebesar 761,094 ton/ha.

Kata Kunci: *Pagatan Besar, ekowisata mangrove, blue carbon, estimasi karbon*

ABSTRACT

*This study aims to determine the estimation of blue carbon in the mangrove stands of Avicennia marina species in the mangrove ecotourism area of Pagatan Besar Village. The method used in this study is the grided method, where the initial plot is randomly determined and then the paths and plots are then taken systematically. The plots used in this study amounted to 27 plots measuring 20 m x 20 m with a plot distance of 10 m and a distance between the pilot lines of 70 m. measured stands only have a diameter > 5 cm or have a circumference > 15 cm. The estimation of biomass is calculated using the allometric method $B = 0.1848 * D^{2.3524}$ by measuring tree diameters while knowing carbon deposits by multiplying the number fraction 0.46, because the carbon concentration in organic matter is known to be around 46%. The results showed that the estimated blue carbon stored in the mangrove stands of Avicennia marina was 350.103 tons C / ha with a biomass of 761.094 tons / ha.*

Keywords: *Pagatan Besar, mangrove ecotourism, blue carbon, carbon estimation*

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia dihadapkan dengan salah satu isu dunia yaitu pemanasan global. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya karbon dioksida (CO₂) secara pesat di atmosfer sehingga menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang mengakibatkan temperatur bumi meningkat secara signifikan. Dharmawan (2010) juga berpendapat bahwa tingginya karbon dioksida yang terkandung di atmosfer merupakan salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim dunia. Sesuai dengan fenomena perubahan iklim ini, salah satu cara untuk mengurangi dampak pemanasan global melalui pengembangan *carbon sink*, dimana karbon organik sebagai hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk biomassa.

CO₂ dimanfaatkan ekosistem mangrove saat proses fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomassa dan di dalam sedimen (Ati, *et al.*, 2014).

Keberadaan vegetasi mangrove di wilayah pesisir sangat diyakini sebagai salah satu upaya penurunan kandungan gas CO₂ dari atmosfer serta mempunyai peranan kunci dalam strategi mitigasi perubahan iklim. Salah satu keunggulan ekosistem mangrove adalah sebagai parameter *blue carbon* yang dikenal mampu menyerap karbon lebih cepat dibandingkan hutan hujan tropis atau sering disebut sebagai *green carbon*. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh para ahli CIFOR menunjukkan bahwa estimasi karbon di mangrove di sepanjang kawasan pesisir Indo-Pacific yang hanya memiliki luas 0,7% dari luasan hutan, akan tetapi ekosistem mangrove tersebut mampu menyimpan sekitar 10% dari semua emisi.

Kabupaten Tanah Laut merupakan salah satu kabupaten di Kalimantan Selatan yang memiliki ekosistem mangrove. Salah satu desa yang memiliki ekosistem mangrove di Kabupaten Tanah Laut adalah Desa

Pagatan Besar. Ekosistem mangrove Desa Pagatan Besar memiliki luas ± 10 ha (BPS, 2018a) yang merupakan kawasan ekowisata yang dikelola dan dikembangkan oleh masyarakat setempat. Jenis mangrove yang mendominasi di kawasan tersebut yaitu jenis api-api (*Avicennia marina*).

Besarnya cadangan karbon tersimpan pada suatu kawasan maka dapat diketahui fungsi kawasan tersebut serta dapat menjadi mitigasi perubahan iklim (Suharjo, 2011). Oleh sebab itu dilakukan studi mengenai estimasi karbon biru pada kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2018 di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar Kecamatan Takisung Provinsi Kalimantan Selatan. Pengolahan data hasil lapangan dilakukan di Laboratorium Bio-Ekologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Lambung Mangkurat.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, kamera saku, rol meter 50 m, meteran jahit, tali raffia, GPS (*global positioning system*), kompas, kantong sampel, handphone, oven, timbangan digital, perangkat computer, Microsoft exel 2010 dan arcgis 10.5.

Bahan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini tegakan *Avicennia marina*.

Teknik Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* dengan mempertimbangkan dominasi, kerapatan, dan diameter mangrove (Ariani, *et al.*, 2012).

Jenis dan Sumber Data

Jenis data pada penelitian ini yaitu data kuantitatif yang meliputi keliling dan tinggi tegakan sedangkan data kualitatif meliputi jenis mangrove pada lokasi penelitian. Sumber data dalam penelitian yaitu data primer, dimana data yang diperoleh saat melakukan penelitian di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar. Metode garis berpetak digunakan untuk pengambilan data dilapangan dengan cara jalur dan petak awal ditentukan secara acak kemudian jalur dan petak selanjutnya diambil secara sistematis dan data yang dikumpulkan berupa data sebagai biomassa. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini yakni kondisi lokasi penelitian antara lain letak, luas, keadaan umum lokasi (morfologi dan curah hujan), dan data pendukung lainnya yang relevan dengan topik penelitian.

Pengumpulan Data

Populasi dalam penelitian ini adalah vegetasi mangrove yang tumbuh pada wilayah pesisir Desa Pagatan Besar yang merupakan kawasan ekowisata mangrove. Sedangkan unit penelitian ini adalah tegakan *Avicennia marina*. Data primer diperoleh dengan cara melakukan

penelitian langsung di lapangan secara eksploratif.

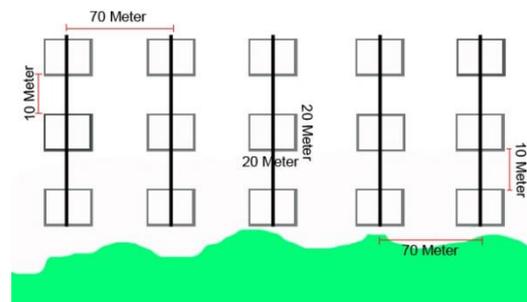
Penentuan Petak Pengamatan

Kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar memiliki luas ± 10 ha (BPS, 2018a).

Boon dan Tideman, *et al.*, (1950) dalam Windarni (2017) menjelaskan tentang intensitas sampling berdasarkan luas wilayah. Hutan yang memiliki luas 1.000 ha atau lebih intensitas sampling yang digunakan sebaiknya 2%, jika kurang dari 1.000 ha maka intensitas sampling sebaiknya digunakan 10%. Berdasarkan teori tersebut maka intensitas sampling yang digunakan adalah 10% karena kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar memiliki luas ± 10 ha.

Adapun Jumlah petak ditentukan berdasarkan perhitungan berikut :

Luas areal	= 10 ha
Luas unit penelitian	= $20 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 400 \text{ m}^2 = 0,04 \text{ ha}$
Intensitas sampling (IS)	= 0,1 = 10 %
Penentuan jumlah plot pengamatan merujuk pada Indriyanto (2006) sebagai berikut.	
Luas yang diamati	= IS x Luas areal
	= $0,1 \times 10 \text{ ha}$
	= 1 ha
Jumlah Plot diamati	= $\frac{\text{Luas yang diamati}}{\text{Luas petak ukur}} = \frac{1 \text{ ha}}{0,04 \text{ ha}} = 25 = 25 \text{ plot}$



Gambar 2. Desain Petak Jalur Penelitian

Pengambilan Data

Pada plot pengamatan $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ dilakukan pengumpulan data dengan mengambil semua data pada tegakan api-api (*Avicennia marina*) melalui pendekatan *non destructive*. Kusuma (1997) menjelaskan bahwasanya untuk mengukur pohon dewasa menggunakan petak atau plot yang berukuran $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$. Diameter pohon diambil menggunakan meteran jahit. Pohon yang diukur hanya yang memiliki diameter minimal 5 cm atau memiliki keliling

minimal 15 cm sesuai karakteristik pohon mangrove agar data biomassa diperoleh dengan optimal (Windarni, 2017).

Analisis Data

Perhitungan biomassa tegakan menggunakan persamaan allometrik yang telah ada. Persamaan allometrik jenis api-api (*Avicennia marina*) yaitu $B = 0,1848 \cdot D^{2,3524}$ dimana B adalah biomassa dan D adalah diameter (Dharmawan dan Siregar, 2008).

Hairiah, *et al.*, (2011) menjelaskan bahwasanya setelah biomassa keseluruhan didapat maka penentuan karbon tersimpan dengan menggunakan angka konversi yakni 46% dari total biomassa. Pendugaan karbon yang tersimpan menggunakan angka koreksi 46% dari total biomassa. Hal ini

dikarenakan sesuai konsentrasi karbon yang ada di dalam bahan organik berkisar 46% sehingga penyerapan karbon dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Karbon tersimpan} = \text{Total Biomassa} \times 0,46$$

HASIL PENELITIAN

Estimasi Biomassa Tegakan *Avicennia marina*

Hasil pengukuran yang didapatkan total tegakan *Avicennia marina* pada Stasiun 1 sampai Stasiun 9 berjumlah 651 pohon dengan rata-rata diameter sebesar 9,952 cm. Adapun jumlah tegakan pada setiap stasiun serta jumlah diameternya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Pohon dan Rata-rata Diameter Pohon

Stasiun	Jumlah Pohon	Rata-rata Diameter Pohon (cm)
Stasiun 1	54	10,63
Stasiun 2	60	10,61
Stasiun 3	65	9,38
Stasiun 4	46	11,19
Stasiun 5	75	10,65
Stasiun 6	102	9,19
Stasiun 7	129	9,46
Stasiun 8	40	10,40
Stasiun 9	80	9,64
Total	651	91,15
Rata-rata		9,952

Berdasarkan Tabel 1 jumlah tegakan tertinggi berada di Stasiun 7 sebanyak 129 individu dengan rata-rata diameter sebesar 9,46 cm. Jumlah tegakan terendah sebanyak 40 individu dengan rata-rata diameter sebesar 10,40 cm berada di Stasiun 8. Hasil tersebut menunjukkan bahwa banyaknya pohon pada setiap stasiun tidak berpengaruh pada besarnya rata-rata diameter. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan ukuran keliling pohon, sehingga diameter yang didapatkan juga bervariasi.

Tegakan *Avicennia marina* memiliki total biomassa sebesar 761,094 ton/ha, dengan jumlah biomassa yang bervariasi pada setiap stasiunnya. variasi tersebut dikarenakan masing-masing pohon memiliki simpanan biomassa yang berbeda-beda. Adapun total simpanan biomassa masing-masing stasiun dijabarkan pada Tabel 2 berikut.

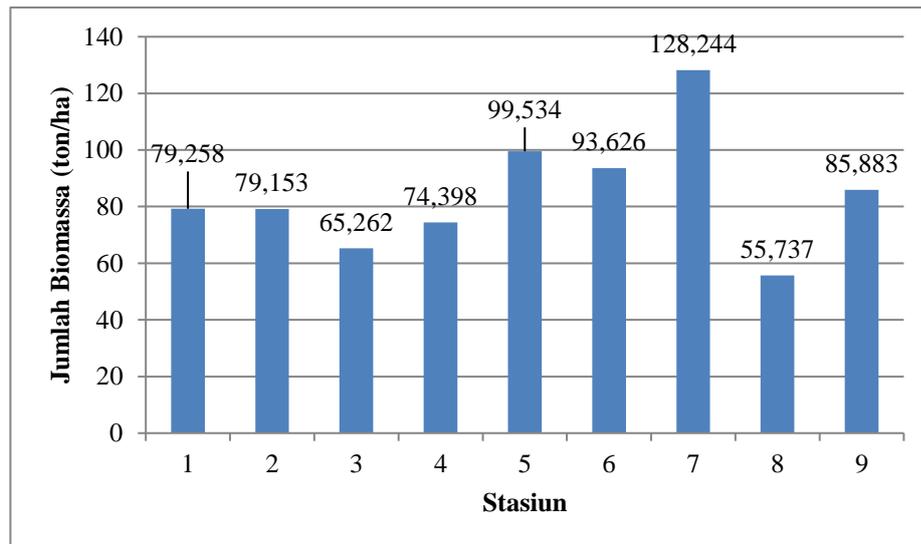
Tabel 2. Jumlah Biomassa Pada Tegakan *Avicennia marina*

Stasiun	Biomassa (kg/m ²)	Biomassa (ton/ha)	Rata-rata Biomassa (ton/individu)	Persentase (%)
Stasiun 1	3.170,313	79,258	0,059	10,414
Stasiun 2	3.166,117	79,153	0,053	10,400
Stasiun 3	2.610,476	65,262	0,040	8,575
Stasiun 4	2.975,912	74,398	0,065	9,775
Stasiun 5	3.981,349	99,534	0,053	13,078
Stasiun 6	3.745,040	93,626	0,037	12,302
Stasiun 7	5.129,752	128,244	0,040	16,850
Stasiun 8	2.229,493	55,737	0,056	7,323
Stasiun 9	3.435,301	85,883	0,043	11,284
Total	30.443,752	761,094	0,445	100

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa nilai biomassa tertinggi terdapat pada Stasiun 7 sebesar 128,244 ton/ha (16,850%) atau rata-rata 0,040 ton/individu sedangkan biomassa terendah terdapat pada Stasiun 8 sebesar

55,737 ton/ha (7,323%) atau rata-rata 0,056 ton/individu.

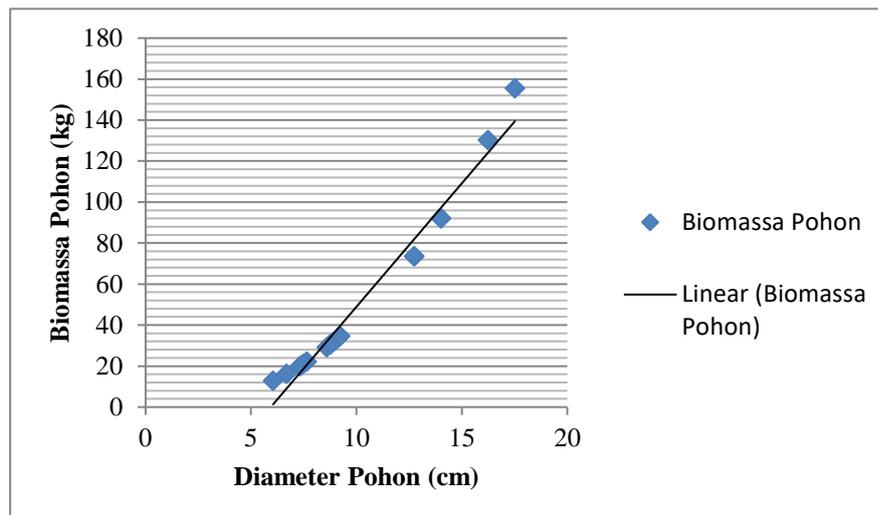
Perbedaan jumlah biomassa pada masing-masing stasiun penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Jumlah Biomassa Pada Tegakan *Avicennia marina*

Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan umur tegakan mangrove berbanding lurus dengan kandungan biomasnya di mana kandungan biomassa mangrove akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia pohon. Ketika pohon mengalami pertumbuhan, maka sel-sel pada kambium akan membelah dengan cara terus-menerus sehingga membentuk sel-sel baru yang akan

menambah diameter batang. Catur dan Sidiyasa (2001) juga menyatakan hal yang sama dengan penelitian ini, di mana biomassa pada setiap bagian pohon meningkat secara proposional dengan semakin besarnya diameter pohon. Oleh karena itu terdapat hubungan antara nilai biomassa dengan pohon yang dijelaskan pada Gambar 4 berikut



Gambar 4. Grafik Hubungan Diameter Pohon dan Biomassa Pohon

Gambar 4 diatas menjelaskan bahwa peningkatan biomassa sejalan dengan bertambah besarnya diameter pohon. Hal ini sejalan dengan pendapat Windarni (2017) bahwa pertumbuhan pohon ditandai dengan ukuran diameter yang semakin besar dan bertambahnya tingginya suatu pohon. Saat mengalami perubahan ukuran baik pada diameter maupun tinggi yang semakin bertambah. Kandungan biomassa pada batang berkaitan erat dengan hasil produksi pohon yang diperoleh melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis tersebut berupa kandungan selulosa dan zat-zat kimia penyusun kayu lainnya. Zat penyusun kayu tersebut menyebabkan bagian rongga sel pada batang banyak tersusun oleh komponen kayu dibandingkan air, sehingga bobot biomassa batang akan menjadi lebih besar. Pernyataan di atas dibuktikan melalui hasil uji analisis regresi liner sederhana di mana besarnya nilai korelasi/hubungan (R) sebesar 0,959. Dari output tersebut diperoleh koefisien

determinasi (R Square) sebesar 0,919 yang artinya pengaruh diameter pohon (X) terhadap biomassa pohon (Y) adalah sebesar 91,9%.

Stok Karbon Pada Tegakan *Avicennia marina*

Peranan mangrove selain melindungi daerah pesisir dari abrasi juga membantu dalam perputaran karbon, nitrogen dan sulfur. Menurut Donato, *et al.*, (2011) ekosistem mangrove memiliki tingkat penyerapan sepuluh kali lebih cepat terhadap unsur karbon di atmosfer jika dibandingkan dengan hutan di daratan. Penyerapan CO₂ di atmosfer yang melalui proses fotosintesis kemudian dirubah menjadi bahan organik dan disimpan dalam biomassa tubuhnya seperti dalam akar, daun, buah dan batang. Stok karbon tersimpan diestimasi 46% dari jumlah biomassa. Adapun simpanan karbon pada tegakan *Avicennia marina* di lokasi penelitian yang dibagi menjadi Sembilan stasiun diuraikan pada Tabel 3.

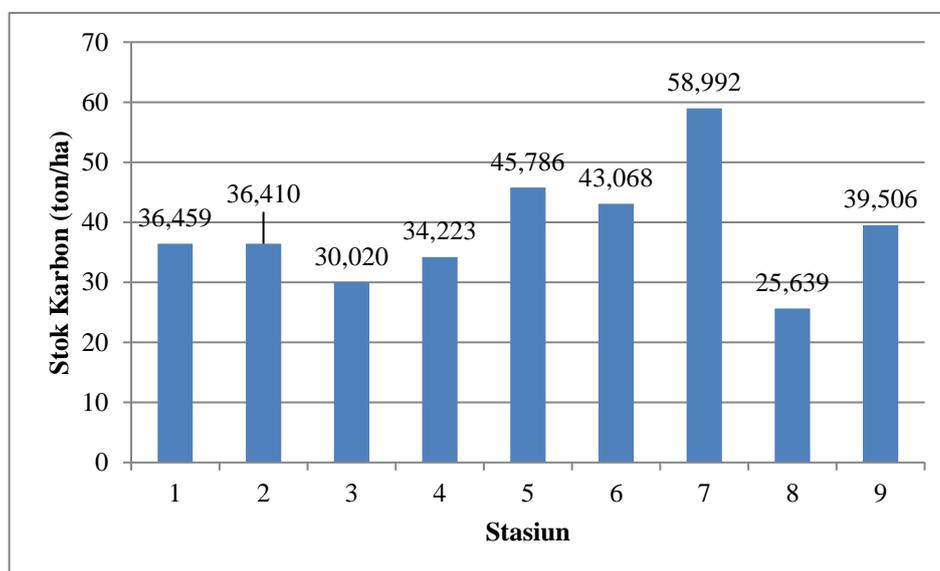
Tabel 3. Stok Karbon Pada Tegakan *Avicennia marina*

Stasiun	Biomassa (ton/ha)	Stok Karbon (ton C/ha)	Rata-rata Stok Karbon (ton C/individu)	Persentase (%)
Stasiun 1	79,258	36,459	0,027	10,414
Stasiun 2	79,153	36,410	0,024	10,400
Stasiun 3	65,262	30,020	0,018	8,575
Stasiun 4	74,398	34,223	0,030	9,775
Stasiun 5	99,534	45,786	0,024	13,078
Stasiun 6	93,626	43,068	0,017	12,302
Stasiun 7	128,244	58,992	0,018	16,850
Stasiun 8	55,737	25,639	0,026	7,323
Stasiun 9	85,883	39,506	0,020	11,284

Total	761,094	350,103	0,205	100
-------	---------	---------	-------	-----

Simpanan karbon pada tegakan *A. marina* yaitu 350,103 ton/ha dengan jumlah rata-rata 0,205 ton/individu. Stok karbon tertinggi berada pada Stasiun 7 yaitu 58,992 tonC/ha (16,850%) atau rata-rata 0,018 ton/individu, sedangkan stok karbon terendah berada pada Stasiun 8 yakni 25,639 tonC/ha (7,323%) atau rata-rata 0,026 ton/individu. Tinggi rendahnya estimasi karbon tersimpan pada setiap lokasi dikarenakan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain faktor lingkungan, iklim, kesuburan tanah dan rapatnya tajuk di kawasan tersebut.

Suryono, *et al.*, (2018) menyatakan bahwa banyaknya karbon tersimpan di suatu hutan mangrove dapat menggambarkan seberapa besar peran vegetasinya dalam menyerap CO₂ di atmosfer. Sedangkan keunggulan ekosistem mangrove sendiri yaitu memiliki tipe tumbuhan yang menyimpan lebih banyak karbon dibandingkan dengan hutan hujan tropis. Besar kecilnya simpanan karbon yang dihasilkan pada masing-masing stasiun penelitian diilustrasikan melalui Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Stok Karbon Pada Tegakan *Avicennia marina*

Besar kecilnya simpanan karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada jumlah biomassa yang terkandung pada pohon, kesuburan tanah dan daya serap vegetasi tersebut. Sedangkan kandungan biomassa pohon sangat bergantung pada proses fotosintesis. Sutriani (2018) menyatakan bahwa nilai temperatur optimum bagi tumbuhan mangrove untuk melakukan fotosintesis adalah sekitar 27°C – 32°C. Suhu udara di lokasi penelitian yaitu 28°C sehingga tegakan *A. marina* pada mangrove ini dapat melakukan fotosintesis dengan baik yang berarti CO₂ dapat diikat secara optimum dengan demikian ekosistem ini mampu mengatasi jumlah karbon yang

berlebihan di atmosfer dengan menyimpan karbon tersebut dalam bentuk biomassa.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tegakan mangrove jenis *Avicennia marina* yang berada di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar relatif tinggi dalam menyimpan karbon. Hal ini dibuktikan dengan membandingkan hasil dari penelitian Windarni (2017) yang dilakukan pada tegakan jenis mangrove *Avicennia marina* di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur, dimana estimasi stok karbon diperoleh sebesar 2,429 tonC/ha.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti dapat disimpulkan bahwa:

1. Total kandungan biomassa pada tegakan jenis *Avicennia marina* di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar yaitu 761,094 ton/ha.
2. Estimasi karbon tersimpan pada tegakan mangrove jenis *Avicennia marina* di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar yaitu 350,103 tonC/ha. Kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar relatif tinggi dalam menyimpan karbon.

SARAN

Mengingat keterbatasan dalam penelitian ini maka peneliti memaparkan beberapa saran di antaranya:

1. Sebaiknya untuk mengetahui kandungan stok karbon biru di kawasan ekowisata mangrove Desa Pagatan Besar dilakukan pada jenis *Avicennia alba* agar didapatkan data yang lebih dominan lebih banyak menyimpan karbon.
2. Penelitian lain yang berhubungan dengan stok karbon biru sebaiknya menghitung dan mendata seluruh jenis individu yang ada di lokasi penelitian sehingga didapat data kerapatan suatu vegetasi.
3. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengukuran kandungan karbon pada sedimen (*Belowground*).

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Tanah Laut, 2018a. Takisung Dalam Angka. Kecamatan Takisung.
- Ariani, E., Ruslan, M., Kurnain, A., & Kissinger, K. 2016. Analisis Potensi Simpanan Karbon

Hutan Mangrove Di Area PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk P 12 Tarjun. *Enviro. Sciencetea*. 12(3): 312-329.

- Catur Wahyu dan Sidiyasa Kade. 2001. *Model Pendugaan Biomassa Pohon Mohoni (swietenia macrophylla king)* Diaras Permukaan Tanah.
- 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.
- Dharmawan, I. W. S. dan Siregar, C. H. 2008. Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina (forsk) vierh.* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(4): 317—328.
- Donato, C. D., Kauffman, J., Murdiyarso, B., Kurnianto, S., Stidham, M dan Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*. 4: 293—297.
- Hairiah, K., 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.

Maringgai Kabupaten
Lampung Timur.

Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre, Bogor. hlm. 5.

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.

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.

Suryono. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina April 2018 Vol 7 No 1:1–8*.

Sutriani. K. 2018. Struktur Vegetasi Mangrove dan Fekunditas di Desa Terapungmawasangka Sulawesi Tenggara.

Windarni C. 2017. Etimasi karbon tersimpan pada hutan mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan