

Estimasi Cadangan Karbon dan Serapan Karbondioksida Biomassa Tegakan Mangrove di Gunung Anyar, Surabaya

Dandy Aditya Permana¹, Nirmalasari Idha Wijaya², Mahmiah³

^{1,2,3}Prodi Oseanografi, Universitas Hangtuah
Korespondensi: Dandyadityasby2015@gmail.com

Abstrak

Hutan mangrove merupakan hutan yang mampu menyimpan karbon dan menyerap karbondioksida dengan kemampuan terbaik dibandingkan hutan-hutan yang lain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi hutan mangrove serta menganalisis estimasi cadangan karbon dan serapan karbondioksida tegakan pohon dan pancang di hutan mangrove Gunung Anyar. Data utama yang di butuhkan dalam penelitian ini adalah jumlah individu dan jumlah biomassa tegakan mangrove. Metode penelitian yang dipakai adalah metode *survey*. penentuan lokasi dan teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* dengan 3 petak transek (*Transect Line Plot*). Pendugaan cadangan karbon dan serapan karbondioksida dilakukan dengan metode *non destructive* dan pendekatan persamaan allometrik. Kondisi hutan mangrove Gunung Anyar untuk tegakan pohon termasuk rusak sedangkan tegakan pancang baik, jenis mangrove yang mendominasi adalah jenis *Avicennia marina*. Estimasi cadangan karbon tegakan pohon dan pancang berturut-turut sebesar 38,67 Ton C/ha dan 9,26 Ton C/ha. Serapan karbon tegakan pohon dan pancang sebesar 71,25 Ton CO₂/ha dan 34,99 Ton CO₂/ha.

Kata Kunci: Biomassa, Cadangan, Karbon, Mangrove, Serapan

Abstract

Mangrove forests are forests that are able to store carbon and absorb carbon dioxide with the best ability compared to other forests. This study aims to analyze the condition of the mangrove forest and to analyze the estimation of carbon stock and carbon dioxide uptake from tree stands and saplings in the Gunung Anyar mangrove forest. The main data needed in this research is the number of individuals and the amount of biomass of mangrove stands. The research method used is the survey method. Determination of the location and sampling technique was carried out by purposive sampling with 3 transect lines (Transect Line Plot). Estimation of carbon stock and carbon dioxide uptake was done by non-destructive method and allometric equation approach. The condition of the Gunung Anyar mangrove forest for tree stands was damaged, while the saplings were good, the dominant type of mangrove was Avicennia marina. The estimated carbon stocks of tree stands and saplings were 38.67 tons C/ha and 9.26 tons C/ha, respectively. The carbon absorption of tree stands and saplings was 71.25 tons CO₂/ha and 34.99 tons CO₂/ha.

Key words: Biomass, Reserves, Carbon, Mangroves, Uptake

PENDAHULUAN

Pemanasan global atau biasa disebut *global warming* merupakan salah satu isu lingkungan utama yang berdampak sangat besar bagi dunia dan makhluk hidup saat ini (Susilowati dkk., 2020). Salah satu penyebab utama terjadinya pemanasan global adalah terus meningkatnya konsentrasi gas karbondioksida di atmosfer (Susilowati dkk.,

2020). Gas karbondioksida di atmosfer tersebut akan memerangkap cahaya matahari dan memantulkannya kembali ke bumi yang menyebabkan temperatur bumi semakin meningkat, Peristiwa ini biasa disebut efek gas rumah kaca (Latuconsina, 2010 dalam Susilowati dkk., 2020). Berdasarkan penelitian Ambarsari dan Tedjasukmana, (2011) dalam Susilowati dkk., (2020) menyatakan bahwa karbon di atmosfer atau karbondioksida memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang gas rumah kaca yaitu sebesar 63% dikarenakan waktu hidupnya yang lama di atmosfer dan jumlahnya yang semakin meningkat.

Menurut Susilowati dkk., (2020) salah satu mitigasi pemanasan global yang bisa dilakukan adalah memanfaatkan fungsi hutan secara maksimal dengan melestarikannya. Ekosistem hutan memiliki peran sebagai penyerap karbondioksida di atmosfer melalui proses fotosintesis yaitu mengubah karbon anorganik (karbondioksida) menjadi karbon organik di dalam biomassa setiap tumbuhan yang ada di dalam hutan (Lestari dkk., 2020). Donato dkk., (2012) dalam Restuhadi dkk., (2013) menyatakan bahwa hutan yang memiliki nilai penyimpanan karbon dan penyerapan karbondioksida tertinggi dari semua jenis hutan adalah hutan mangrove. Luas hutan mangrove di dunia hanya sekitar 2,5% dari luas hutan tropis daratan tetapi kontribusi penyimpanan karbon dan penyerapan karbondioksidanya lima kali lebih tinggi daripada hutan tropis daratan dengan kandungan karbon mencapai sekitar 1.000 MgC/ha sedangkan hutan tropis daratan hanya sekitar 200 MgC/ha (Donato dkk., 2012 dalam Restuhadi dkk., 2013).

Surabaya merupakan kota metropolitan terbesar kedua di Indonesia setelah Kota Jakarta. Kota Surabaya terletak di Provinsi Jawa Timur dan berstatus sebagai Ibukota Provinsi Jawa Timur. Dalam rencana tata ruang Kota Surabaya tahun 2014-2034 pesisir pantai timur Surabaya atau pamurbaya yang terdiri dari kecamatan Sukolilo, Mulyosari, Rungkut dan Gunung Anyar telah ditetapkan sebagai kawasan konservasi hutan mangrove (BLH, 2012 dalam Syamsu dkk., 2018). Meski telah ditetapkan sebagai kawasan konservasi, penyusutan luasan ekosistem mangrove di pamurbaya akibat alih fungsi lahan masih terus terjadi.

Berdasarkan penelitian Syamsu dkk., (2018) penyusutan luasan mangrove tertinggi pada tahun 2000-2015 di pamurbaya terdapat di Kecamatan Gunung Anyar, dengan nilai penyusutan sebesar 120 ha, dari luasan lahan mangrove di tahun 2000 yaitu 230 ha dan luasan lahan mangrove di tahun 2015 yaitu 110 ha. Faktor penyusutan luasan mangrove yang terjadi di Gunung Anyar diduga disebabkan oleh alih fungsi lahan mangrove menjadi pemukiman dan tambak (BLH, 2012 dalam Syamsu dkk., 2018). Berdasarkan penelitian Trisbiantoro dan Kusyari, (2020) hutan mangrove Gunung Anyar memiliki luas 73,86 ha. Berkurangnya luasan mangrove

tentunya juga menyebabkan fungsi hutan mangrove sebagai penyimpan karbon dan media untuk mitigasi pemanasan global menjadi berkurang (Restuhadi dkk., 2013). Hal ini dipengaruhi karena berkurangnya luasan hutan mangrove juga akan mempengaruhi penurunan jumlah biomassa tumbuhan mangrove (Lestariningsih dkk., 2018).

Menurut Oktaviana dkk., (2017) dalam Lestariningsih dkk., (2018) menyatakan bahwa jumlah biomassa memiliki hubungan yang kuat dengan nilai kerapatan, cadangan karbon dan serapan karbondioksida. Keterkaitan antara biomassa, kerapatan, cadangan karbon dan serapan karbondioksida dipengaruhi oleh DBH (*Diameter at Breat Hight*) atau diameter setinggi dada tegakan dan banyaknya tegakan (Lestariningsih dkk., 2018).

Berdasarkan teori-teori dan permasalahan diatas, penelitian mengenai estimasi cadangan karbon dan serapan karbondioksida tegakan mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan hutan mangrove tersebut mampu menyerap karbondioksida sehingga kegiatan tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan wilayah konservasi hutan mangrove Gunung Anyar agar lebih berkelanjutan dalam kaitanya terhadap pengurangan konsentrasi karbondioksida di atmosfer. Selain itu penelitian mengenai kondisi vegetasi hutan mangrove juga akan dilakukan untuk dianalisis, hal ini dilakukan mengingat kondisi hutan mangrove Gunung Anyar yang diduga telah terjadi kerusakan akibat alih fungsi lahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan september - desember 2021. Lokasi penelitian berada di hutan mangrove Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Kota Surabaya. Metode yang dilakukan adalah metode *survey* yaitu pengamatan dan pengambilan sampel secara langsung di lapangan (Isnaini dkk., 2020). Bahan utama yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah vegetasi mangrove yang berupa jumlah individu, diameter dan biomassa.

Penentuan lokasi dan teknik pengambilan sampel kondisi vegetasi dan struktur vegetasi mangrove dilakukan dengan mengikuti penelitian Wijaya dan Huda, (2018), Katili dkk., (2020), Kepel dkk., (2019), Restuhadi dkk., (2013), Nedhisa dan Tjahyaningrum, (2019), Ibrahim dan Muhsoni, (2020) dan dkk., (2020) yaitu dengan metode garis berpetak (*Transect Line Plot*) yang lokasinya ditempatkan secara *purposive sampling*. Lokasi transek ditempatkan berdasarkan kondisi yang mewakili lokasi hutan mangrove Gunung Anyar yaitu di kawasan ekowisata (stasiun 1), dekat tambak (stasiun 2) dan sempadan pantai (stasiun 3). Ukuran plot yang digunakan adalah

20 m x 20 m untuk tegakan pohon dengan jumlah 4 plot dan 10 m x10 m untuk tegakan pancang. Transek tersebut ditarik lurus secara vertikal menghadap garis pantai, masing-masing kuadran atau plot diberi jarak 5 m.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pendugaan biomassa dilakukan dengan metode *non destructive* dan pendekatan persamaan allometrik yang tersedia dari peneliti sebelumnya. Pendugaan biomassa di atas permukaan tanah pada tegakan mangrove dengan metode tersebut sudah pernah dilakukan oleh Purnomo, (2020), Suryono dkk., (2018), Ibrahim dan Muhsoni, (2020), Lestari dkk., (2020) dan Azzahra dkk., (2020). Setelah diketahui nilai biomassa kemudian biomassa dikonversikan kedalam bentuk karbon untuk mengetahui nilai simpanan karbon dan penyerapan karbondioksida.

PENGUMPULAN DATA VEGETASI

1. Identifikasi jenis mangrove, kemudian diklasifikasi berdasarkan kategori tegakannya menurut (Restuhadi dkk., 2013).

Pohon: diameter lebih dari 10 cm pada plot 20 m x20 m Pancang: diameter antara 1,5 cm - 10 cm pada plot 10 m x10 m.

2. Analisis Kerapatan (K).

Rumus untuk menentukan kerapatan jenis berdasarkan (Katili dkk., 2020), yaitu:

$$K = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas area pengamatan}} \dots \dots \dots (1)$$

3. Analisis Indeks Nilai Penting (INP). Rumus menentukan indeks nilai penting (Katili dkk., 2020), yaitu:

INP (pohon) = Kerapatan relatif (KR) + Frekuensi Rrelatif (FR) + Dominansi (CR_ relatif INP (Pancang) = Kerapatan relatif (KR) + Frekuensi Rrelatif (FR)

PENGUMPULAN DATA BIOMASSA, CADANGAN KARBON DAN SERAPAN KARBONDIOKSIDA

1. Pengukuran diameter setinggi dada (1,3 m), dari setiap plot (20 m x 20 m) dan (10 m x 10 m).
2. Selanjutnya mencari literatur mengenai persamaan allometrik yang bisa dipakai dan sesuai dengan jenis-jenis mangrove yang ditemukan.
3. Data diameter setinggi dada di konversikan kedalam persamaan allometrik yang di sesuaikan berdasarkan jenis mangrove yang ditemukan.
4. Setelah diameter di konversikan kedalam persamaan allometrik maka didapatkan hasil biomassa atas permukaan tanah pada setiap individu tegakan dalam satuan Kg.
5. Analisis cadangan karbon pada seluruh tegakan dalam plot cadangan berdasarkan kutipan Ibrahim dan Muhsoni, (2020), yaitu:

$$Cx = Bk \times C\% \text{ Organik} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan Cx = Cadangan karbon tegakan dalam satuan Kg

Bk = Biomassa tegakan satuan Kg

C% organik = Nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

6. Konversi cadangan karbon (Kg) menjadi (TonC/ha) berdasarkan (SNI 7724:2011), yaitu:

7.

$$C_n \frac{Cx}{1000} \times \frac{10000}{L_{plot}} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan Cn = Cadangan karbon dalam satuan Ton C/ha

Cx = Cadangan karbon dalam satuan Kg

Lplot = Luas plot masing-masing kategori tegakan

8. Analisis serapan karbondioksida (CO₂) berdasarkan Darmawan, (2008) dalam Ibrahim dan Muhsoni, (2020).

$$SCO_2 \frac{Mr CO_2}{Ar} \times Cn \dots \dots \dots (4)$$

Dengan Mr = Berat molekul relatif senyawa karbondioksida (44)

Ar = Berat molekul relatif atom karbon (12)

Cn = Nilai cadangan karbon dalam satuan TonC/ha

JENIS-JENIS MANGROVE

Jenis mangrove yang ditemukan pada tegakan pohon dan pancang adalah jenis *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Avicennia lanata*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum* dan *Sonneratia alba*. Jenis mangrove tersebut memiliki jumlah yang berbeda-beda pada setiap stasiun, baik tegakan pohon maupun tegakan pancang. Tegakan kategori berjumlah 254 individu, dengan jumlah terbanyak ditemukan di stasiun 3 yaitu 134 individu, sedangkan jumlah terendah berada di stasiun 2 dengan jumlah 36 individu. Untuk tegakan pancang berjumlah 239 individu dengan jumlah terbanyak yang ditemukan berada di stasiun 1 yaitu 107 individu dan jumlah terendah ditemukan di stasiun 2 yaitu 38 individu.

KERAPATAN DAN KONDISI TINGKAT KERUSAKAN

Kerapatan mangrove adalah jumlah total suatu jenis yang ditemukan dalam suatu unit area (Katili dkk., 2020). Menurut Wijaya dan Huda, (2018) untuk mengetahui kondisi baik atau rusaknya hutan mangrove dapat dilakukan dengan menganalisis nilai kerapatan tegakan mangrove yang ditemukan pada masing-masing kategori tegakan dan stasiun pengamatan untuk disesuaikan berdasarkan baku mutu tingkat kondisi kerusakan mangrove dari Kepmen LH nomer 201 tahun 2004. Kerapatan tegakan pancang pada stasiun 1 dan 3 memiliki kondisi yang baik dan cenderung padat karena memiliki nilai >1500 individu/ha. Sedangkan kerapatan yang memiliki kondisi rusak dan cenderung jarang berada pada stasiun 2 karena memiliki nilai < 1000 individu/ha. Pada tegakan pohon memiliki kondisi yang rusak karena nilai tegakan pohon dari semua stasiun memiliki nilai <1000.

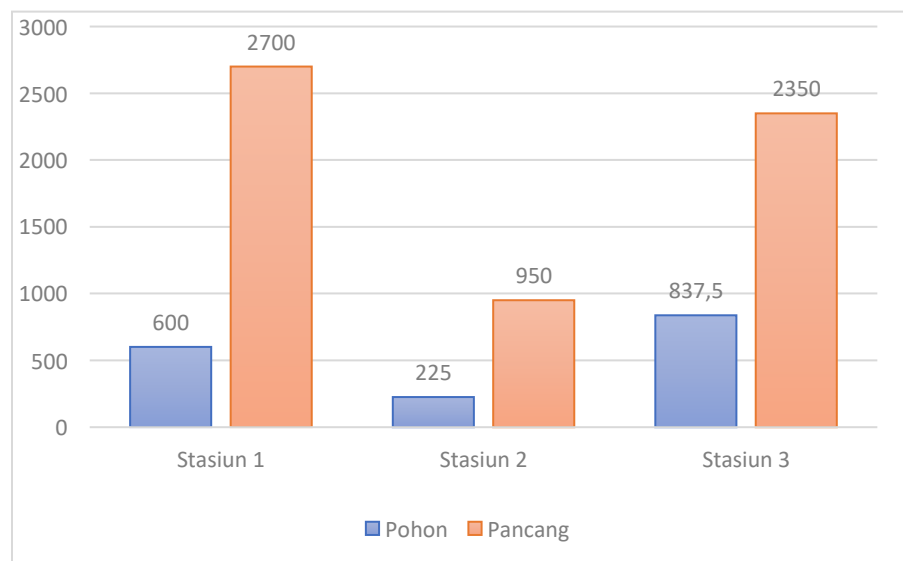
INDEKS NILAI PENTING

Indeks Nilai Penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi jenis mangrove (Karili dkk., 2020). Hutan mangrove Gunung Anyar didominasi oleh jenis mangrove *Avicennia marina*.

BIOMASSA

Biomassa dan karbon merupakan dua unsur penting yang tidak bisa dipisahkan. Biomassa sebagian besar terdiri atas karbon (Suryono dkk., 2018). Penyusun utama

biomassa adalah karbohidrat, karbohidrat terdiri dari unsur karbon (C) hidrogen (H) dan Oksigen (O), yang dihasilkan dari proses fotosintesis (Suryono dkk., 2018). Biomassa merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosintesis, dimana hasil fotosintesis tersebut dipakai tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan kearah horizontal maupun vertikal (Baderan, 2017). Pendugaan cadangan karbon dan serapan karbondioksida bisa dilakukan dengan pengukuran biomassa dari setiap tegakan (Krisnawati, dkk., 2012).



Gambar 2. Kerapatan Pohon dan Pancang Pada Tiap Stasiun

Pengukuran biomassa tegakan mangrove dilakukan dengan mengukur diameter setinggi dada pada setiap tegakan yang ditemukan dalam plot yang sudah ditentukan (Dharmawan, dkk., 2020). Diameter tegakan tersebut dikonversikan kedalam persamaan allometrik spesifik jenis dari peneliti sebelumnya (Krisnawati, dkk., 2012). Khusus untuk tegakan jenis *Avicennia lanata*, karena tidak ditemukan persamaan allometrik yang spesifik untuk jenis tersebut maka persamaan allometrik yang digunakan adalah persamaan allometrik umum yang disesuaikan berdasarkan tipe hutan yaitu hutan mangrove (Krisnawati dkk., 2012).

Persamaan allometrik untuk menganalisis biomassa atas permukaan tanah tegakan mangrove dapat dilihat pada (Tabel 3). Persamaan allometrik spesifik dari peneliti sebelumnya yang akan dipakai adalah persamaan allometrik dari kutipan penelitian Suryono dkk., (2018) yang berlokasi di Kabupaten Jembrana Provinsi Bali. Sedangkan untuk persamaan allometrik umum yang akan digunakan adalah persamaan allometrik untuk hutan mangrove yang dikutip dari Dharmawan dkk., 2020).

Tabel 1. Indeks Nilai Penting tegakan pohon

Stasiun	Jenis	Kerapata n	Frekuen si	Dominan si	IN P
	Mangrove	relatif %	relatif %	relatif%	
1	<i>Avicennia marina</i>	48,958	26,667	54,345	129,970
	<i>Avicennia alba</i>	32,292	26,667	24,221	83,179
	<i>Avicennia lanata</i>	5,208	6,667	8,530	20,405
	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,458	26,667	11,163	49,288
	<i>Xylocarpus granatum</i>	2,083	13,333	1,741	17,158
	<i>Sonneratia alba</i>	-	-	-	-
2	<i>Avicennia marina</i>	33,333	28,571	38,642	100,546
	<i>Avicennia alba</i>	25,000	28,571	30,256	83,827
	<i>Avicennia lanata</i>	13,889	14,286	17,468	45,642
	<i>Rhizophora mucronata</i>	8,333	7,143	6,451	21,927
	<i>Xylocarpus granatum</i>	8,333	7,143	3,061	18,537
	<i>Sonneratia alba</i>	11,111	14,286	4,123	29,520
3	<i>Avicennia marina</i>	82,836	30,769	81,128	194,733
	<i>Avicennia alba</i>	3,731	15,385	3,165	22,281
	<i>Avicennia lanata</i>	-	-	-	-
	<i>Rhizophora mucronata</i>	5,224	23,077	5,386	33,687
	<i>Xylocarpus granatum</i>	2,239	15,385	1,959	19,583
	<i>Sonneratia alba</i>	5,970	15,385	8,362	29,716

Dari hasil perhitungan rerata biomassa Ton/ha (Gambar 3), dapat diketahui bahwa stasiun yang memiliki rerata biomassa tertinggi untuk tegakan pohon adalah stasiun 3, dengan nilai 122,92 Ton/ha. Sedangkan untuk stasiun yang memiliki rerata biomassa terendah tegakan pohon adalah stasiun 2 dengan nilai 32.75 Ton/ha. Kemudian untuk kategori tegakan pancang, rerata biomassa tertinggi berada di stasiun 1 dengan nilai 26,35 Ton/ha. Sedangkan untuk rerata biomassa terendah berada di stasiun 2 dengan nilai 9,04 Ton/ha. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa rerata biomassa dari setiap kategori tegakan memiliki nilai yang berbeda-beda. Perbedaan jumlah biomassa dari setiap kategori tegakan tersebut dipengaruhi oleh besarnya ukuran diameter batang (Baderan, 2017). Sedangkan perbedaan biomassa di setiap stasiun dipengaruhi oleh kerapatan. Kerapatan tegakan setiap stasiun mempengaruhi besarnya biomassa. Rachmawati dkk., 2014 dalam Susilowati dkk., (2020) menjelaskan bahwa potensi biomassa suatu ekosistem disebabkan oleh tingkat kerapatan yang ada di kawasan tersebut.

Tabel 2. INP tegakan pancang

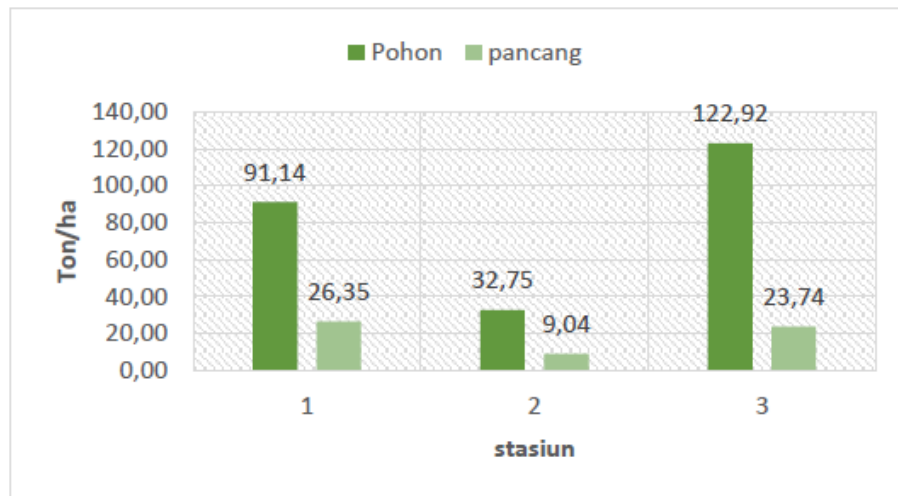
Stasiun	Jenis Mangrove	Kerapatan relatif %	Frekuensi relatif %	INP
1	<i>Avicennia marina</i>	72,22	33,33	105,56
	<i>Avicennia alba</i>	19,44	16,67	36,11
	<i>Avicennia lanata</i>	-	-	-
	<i>Rhizophora mucronata</i>	7,41	33,33	40,74
	<i>Xylocarpus granatum</i>	0,93	16,67	17,59
	<i>Sonneratia alba</i>	-	-	-
2	<i>Avicennia marina</i>	36,8	23,5	60,4
	<i>Avicennia alba</i>	23,7	23,5	47,2
	<i>Avicennia lanata</i>	7,9	11,8	19,7
	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,2	11,8	24,9
	<i>Xylocarpus granatum</i>	5,3	11,8	17,0
	<i>Sonneratia alba</i>	13,2	17,6	30,8
3	<i>Avicennia marina</i>	64,89	25	89,89
	<i>Avicennia alba</i>	17,022	25	42,023
	<i>Avicennia lanata</i>	-	-	-
	<i>Rhizophora mucronata</i>	6,38	18,75	25,13
	<i>Xylocarpus granatum</i>	2,13	6,25	8,37
	<i>Sonneratia alba</i>	9,57	12,5	22,07

Tabel 3. Persamaan allometrik

Jenis Mangrove	Nama Lokal	Persamaan Allometrik	Sumber
<i>Avicennia marina</i> .	Api-api putih.	$W=0,1848*DBH^{2,3524}$	(Dharmawan dan Siregar, 2008 dalam Suryono dkk., 2018).
<i>Avicennia alba</i> .	Api-api hitam.	$W=0,079211*DBH^{2,470895}$	(Tue dkk., 2014 dalam Suryono dkk., 2018).
<i>Avicennia lanata</i> .	Api-api.	$W=0,251*p*(DBH)^{2,46}$	(Komiya dkk., 2005 dalam Dharmawan dkk., 2020).
<i>Rhizophora mucronata</i> .	Bakau.	$W=0,1466*DBH^{2,3136}$	Dharmawan, 2013 dalam Suryono dkk., 2018).
<i>Xylocarpus granatum</i> .	Nyirih.	$W=0,1832*DBH^{2,21}$	(Tarlan, 2008 dalam Suryono dkk., 2018).
<i>Sonneratia alba</i> .	Pidada putih.	$W=0,3841*p*DBH^{2,101}$	(Kaufman dan cole 2010 dalam Suryono dkk., 2018).

Pada penelitian ini terlihat bahwa nilai kerapatan tegakan di setiap stasiun berbanding lurus dengan perhitungan nilai biomassa di setiap stasiunya. Stasiun yang memiliki nilai kerapatan dari tegakan pohon tertinggi pada stasiun 3 ternyata juga memiliki nilai biomassa tegakan pohon tertinggi. Sedangkan stasiun yang memiliki nilai kerapatan pohon terendah pada stasiun 2 ternyata memiliki biomassa yang terendah. Untuk tegakan pancang yang memiliki kerapatan tertinggi pada stasiun 1 juga memiliki biomassa tegakan pancang tertinggi, sedangkan stasiun yang memiliki kerapatan

pancang terdapat pada stasiun 2 juga memiliki biomassa yang rendah.



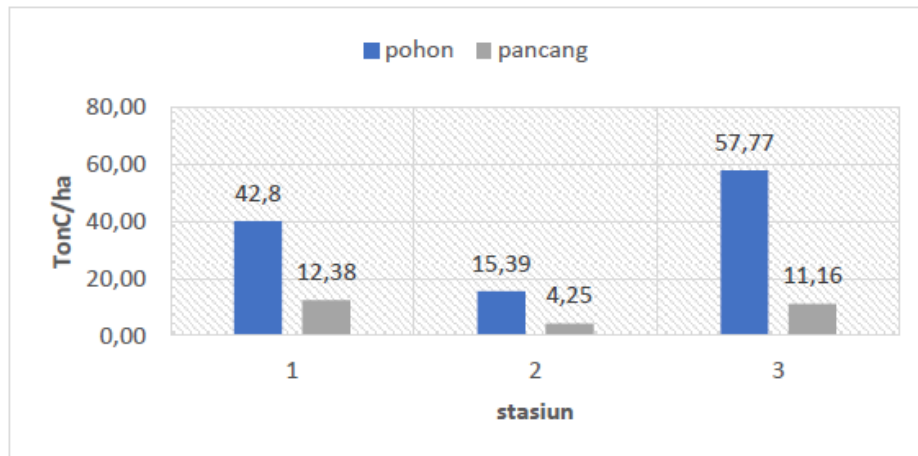
Gambar 4. Rerata biomassa setiap stasiun

ESTIMASI CADANGAN KARBON

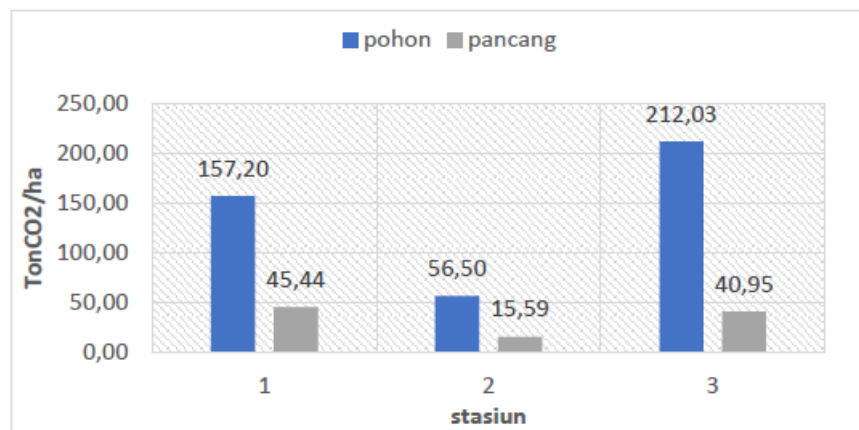
Cadangan karbon adalah gambaran dari banyaknya karbondioksida yang terserap dan tersimpan dalam biomassa tegakan mangrove, melalui proses fotosintesis (Isnaini dkk., 2020). Hairiah dkk., (2011) dalam Isnaini, dkk., (2020) mengungkapkan bahwa melalui proses fotosintesis, karbondioksida di serap oleh tumbuhan dengan bantuan sinar matahari kemudian di ubah menjadi karbon organik dan tersimpan menjadi cadangan karbon dalam biomasnya. Besarnya cadangan karbon memiliki hubungan yang erat dengan tingginya kandungan biomassa (Isnaini dkk., 2020). Semua faktor yang mempengaruhi tingginya nilai biomassa secara langsung berpengaruh juga terhadap cadangan karbon dan penyerapan karbondioksida (Isnaini dkk., 2020).

ESTIMASI SERAPAN KARBONDIOKSIDA

Selain cadangan karbon, biomassa juga berhubungan dengan penyerapan karbondioksida. Nuraini dkk., (2021) menyatakan bahwa serapan CO_2 atau karbondoksida merupakan suatu kemampuan yang dimiliki mangrove dalam mengurangi kandungan karbondioksida diatmosfer. Kemampuan yang dimiliki mangrove tersebut merupakan bentuk mitigasi pemanasan global yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan mangrove. Setelah diserap, karbondioksida tersebut digunakan sebagai bahan fotosintesis (Nuraini dkk., 2021). Serapan karbondioksida dipengaruhi oleh biomas dan cadangan karbon, peningkatan atau penurunan jumlah biomassa dan cadangan karbon akan mempengaruhi peningkatan dan penurunan penyerapan karbondioksida (Nedhisa dan Tjahyaningrum, 2019).



Gambar 5. Estimasi cadangan karbon



Gambar 6. Estimasi serapan karbondioksida

HUTAN MANGROVE GUNUNG ANYAR DALAM MITIGASI PEMANASAN GLOBAL

Aktivitas dasar dalam kaitan mengurangi pemanasan global adalah mengontrol pelepasan cadangan karbon dalam tegakan hutan mangrove ke atmosfer (Restuhadi dkk., 2013). Hal ini dapat dicapai melalui peningkatan Biomassa. Cara untuk meningkatkan pertumbuhan biomassa hutan khususnya hutan mangrove dan melestarikanya secara alami dapat dilakukan dengan melakukan penanaman tumbuhan dan mengurangi penebangan liar pada setiap tegakan secara berlebihan (Lestari dkk., 2020). Jika masih terus dilakukan penebangan pohon mangrove yang dilakukan untuk dimanfaatkan kayunya ataupun hanya untuk merubah fungsi lahan hutan mangrove maka yang akan terjadi adalah hilang atau terlepasnya karbon yang tersimpan dalam pohon atau hutan mangrove tersebut. Karbon yang hilang dalam pohon secara terus menerus akan menimbulkan emisi karbon karena karbon tersebut akan terurai kembali ke atmosfer dan menjadi karbondioksida. Karbondioksida yang terus menumpuk di atmosfer menimbulkan peningkatan pemanasan global (Mandari dkk., 2016).

Tabel 4. Total Estimasi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbondioksida

Stasiun	Biomassa		Cadangan karbon (Ton C/ha)		Serapan karbondioksida (Ton CO ₂ /ha)	
	(Ton/ha)					
	Pohon	Pancang	Pohon	Pancang	Pohon	Pancang
1	91,14	26,35	42,83	12,38	157,20	45,44
2	32,75	9,04	15,39	4,25	56,50	15,59
3	122,92	23,74	57,77	11,16	212,03	40,95
Rerata	82,27	19,71	38,67	9,26	141,91	33,99
Total	101,98		47,93		175,90	

Perhitungan total estimasi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbondioksida dari seluruh kategori tegakan tersaji pada (Tabel 4). Total estimasi cadangan dan serapan karbondioksida berdasarkan biomassa tegakan di hutan mangrove Gunung Anyar memiliki nilai yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan cadangan karbon di desa Lembung Passaser, Kabupaten Bangkalan yang dilakukan oleh Ibrahim dan Muhsoni, (2020). Dari luas hutan yang berkisar kurang lebih 37,04 ha dan memiliki total rerata biomassa atas permukaan tanah tegakan sebesar 87,21 TonC/ha, hutan mangrove di lokasi tersebut mampu menyimpan karbon dengan total rerata dari semua stasiun sebesar 40,75 TonC/ha dan mampu menyerap karbondioksida sebesar 149,44 TonCO₂/ha.

Namun cadangan karbon karbon hutan mangrove Gunung Anyar memiliki nilai lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Amanda dkk., (2021) di muara sungai Batang Ampar, Kota Pariaman, Sumatra Barat. Dengan luasan tutupan mangrove sebesar 73,36 ha, mangrove di lokasi tersebut memiliki nilai rerata biomassa tegakan sebesar 666,97 Ton/ha serta mampu menyimpan karbon dengan rerata sebesar 313,52 TonC/ha dan mampu menyerap karbondioksida dengan rerata sebesar 1149,56 TonCO₂/ha. Meskipun luasan hutan mangrove di lokasi tersebut sedikit lebih kecil dibanding hutan mangrove Gunung Anyar, namun ternyata mangrove di lokasi tersebut mampu menyimpan karbon dan menyerap karbondioksida dengan jumlah yang besar, hal tersebut terjadi karena hutan mangrove di lokasi tersebut memiliki nilai biomassa yang cukup tinggi serta memiliki kerapatan tegakan pohon yang tinggi. Berdasarkan hal itu maka rendahnya cadangan karbon dan penyerapan karbondioksida di hutan mangrove Gunung Anyar diduga terjadi karena buruknya nilai kerapatan tegakan kategori pohon. Purnomo, (2020) menjelaskan Kandungan karbon dan penyerapan karbondioksida sangat di pengaruhi biomassa pohon dan kerapatan tegakan jenis pohon, Hikmayatyar dkk., (2015) dalam Purnomo (2015) juga menyatakan bahwa peningkatan cadangan karbon melalui biomassa di pengaruhi oleh kerapatan pohon suatu wilayah

KESIMPULAN

Hutan mangrove Gunung Anyar memiliki kondisi rusak untuk tegakan kategori pohon sedangkan untuk kategori pancang memiliki kondisi yang baik. Jenis mangrove yang mendominasi adalah Jenis *Avicennia marina*. Estimasi cadangan karbon hutan mangrove Gunung Anyar pada tegakan pohon dan pancang berturut-turut sebesar 38,67 Ton C/ha dan 9,26 Ton C/ha. Serapan karbondioksida tegakan pohon dan pancang berturut-turut sebesar 71,25 Ton CO₂/ha dan 33,99 TonCO₂/ha.

REFERENSI

- Baderan, D, W, K. 2017. *Serapan Karbon Hutan Mangrove Gorontalo*. Sleman: Deepublish.
- Isnaini, S., Amin, B., dan Efriyldi. 2020. Comparison of Carbon Reserves in Mangrove *Sonotaria Alba* and *Nypa fruticans* in Pangkalan Jambi Village, Bengkalis District Riau Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences* (1). Hal. 41-50
- Ibrahim, A., dan Muhsoni, F, F. 2020. Estimasi Stok Karbon Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Desa Lembung Paseser Kecamatan Sepuluh. Kabupaten Bangkalan. *Jurnal ilmiah kelautan dan perikanan*. 1(4):498-507
- Kepel, T, L., Ati, R, N, A. Rustam, A dan Rahayu, Y, P. 2019. Cadangan Karbon Ekosistem Mangrove Di Sulawesi Utara Dan Implikasinya Pada Aksi Mitigasi Perubahan Iklim. *Jurnal Kelautan Nasional*.
- Katili, A, S., Mamu, H, D., dan Husein, H, D. 2020. *Potensi Struktur vegetasi mangrove dan nilai serapan biomassa karbon*. Gotontalo: Ideas Publishing.
- KLHK. 2017. Sambutan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Pada Konferensi Internasional Ekosistem Mangrove Berkelanjutan. Bali: *International Conference on Sustainable Mangrove Ecosystems*.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W, C., dan Imanudin, R. 2012. *Monograf Mofel-Mofel Allometrik Untuk Menduga Biomassa Pohon Pada Berbagai Tipe Hutan di Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Lestari, A., Dewantara, I., dan Hardiansyah. 2020. Estimasi Karbon Tersimpan di atas Permukaan Tanah (*Above Ground Biomass*) di Kawasan Mempawah Park Kabupaten Mempawah. *Jurnal Tengawang*. 10(2): 1-10
- Lestariningsih, W.A., N. Soenardjo dan R. Pribadi. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. 7(2):121-130.
- Mandari, D, Z., Gunawan, H., dadn Isdaa, M, N. 2016. Penaksiran Karbon Tersimpan Pada Biomassa Mangrove Dikawasan Bandar Bakau Dumai.

Jurnal Riau Biologia. 1(3): 17-23.

- Mulyadi., Astiani, D dan Manurung, T, F. 2017. Potensi Karbon Pada Tegakan Hutan Mangrove Di Desa Sebatuan Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*. 5(3): 592-598.
- Nedhisa, P, I., dan Tjahyaningrum, T. 2019. Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik. *Jurnal Sains Dan Seni Its*. 8 (2): 61-65.
- Purnomo, E. 2020. Potensi Karbon Tersimpan pada Ekosistem Mangrove Almai Taman Nasional Karimun Jawa. *Biologica Samudra*. 2 (2): 121-127
- Restuhadi, F., Shandiyavitri, A., Sulaiman, R dan Kurnia, D. 2013. *Estimasi Potensi Cadangan Karbon Hutan Mangrove*. Sleman: Pusbangdik Universitas Riau.
- Salminah, M dan Alvina. 2019. Efektivitas Kebijakan Pengelolaan Mangrove Untuk Mendukung Mitigasi Perubahan Iklim Di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*. 16 (1): 11-29.
- Susilowati, M, W., Purnomo, P, W dan Solichin, A. 2020. Estimasi Serapan Co2 Berdasarkan Simpanan Karbon Pada Hutan Mangrove Desa Tambakbulusan Demak Jawa Tengah. *Jurnal Pasir Laut* 4 (2): 86-94.
- Sutaryo, D. 2009. *Perhitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Bogor: Wetlands International Indonesia Progame
- Suryono, Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., dan Rozy, E, F. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana. Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi marina*. 7 (1): 18
- Syamsu., Nugraha, A, Z., Nugraheni, C, T dan Wahwakhi, S. 2018. Kajian Perubahan Tutupan Lahan Di Ekosistem Mangrove Pantai Timur Surabaya. *Media Konservasi*. 23 (2): 122-131.
- Trisbiantoro, D dan Kusyairi, A. 2020. Analisis Potensi Obyek Ekowisata Mangrove Gunung Anyar Kelurahan Gunung Anyar Tambak, Kecamatan Gunung Anyar Surabaya. *Techno fish*. 4(1): 52-71.
- Wijaya, N, I., dan Huda, M. 2020. Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove yang Direhabilitasi di Kawasan Ekowisata Mangrove Gunung Anyar Surabaya. *Jurnal ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 747-755.