

Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat

Estimation of Carbon Reserved in Mangrove Forest at the Estuary of the Batang Apar River, North Pariaman District, Pariaman City, West Sumatra Province

Yossie Amanda^{1*}, Aras Mulyadi¹, Yusni Ikhwan Siregar¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau
email: yossieamanda@gmail.com

(Received: 07 Februari 2021; Accepted: 05 Maret 2021)

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2020 di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya densitas, biomassa, stok karbon dan serapan CO₂, serta untuk mengetahui hubungan densitas dengan biomassa, stok karbon dan serapan CO₂. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Kelautan Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Jumlah rata-rata kerapatan tegakan mangrove di ketiga stasiun penelitian adalah 1.407,41 ind/ha, jumlah rata-rata biomassa mangrove 666,97 ton/ha, jumlah rata-rata stok karbon mangrove 313,52 ton/ha. Rata-rata jumlah cadangan karbon tanah 2.561,90 ton/ha dan jumlah serapan CO₂ rata-rata 1.149,56 ton/ha.

Kata Kunci: Mangrove, Densitas, Biomassa, Stok karbon, Serapan CO₂

ABSTRACT

This study was conducted in March 2020 located in Muara Sungai Batang Apar North Pariaman District Pariaman City of West Sumatra Province. The aimed of the study is to find out the amount of density, biomass, carbon stock and CO₂ uptake, as well as to know the relationship of density with biomass, carbon stocks and CO₂ uptake. The method used in this study is a method of surveying and analyzing samples conducted in the Marine Chemistry Laboratory of the Department of Marine Sciences Faculty of Fisheries and Marine, Riau University. The average number of mangrove upright densities in the study area at all three stations was 1.407,41 ind/ha, the average amount of mangrove biomass is 666,97 tons/ha, the average amount of mangrove carbon stock is 313,52 tons/ha, the average amount of soil carbon stock is 2.561,90 tons/ha and the average amount of CO₂ uptake is 1.149,56 tons/ha.

Keyword: Mangroves, Density, Biomass, Carbon Stocks, CO₂ Uptake

1. Pendahuluan

Isu pemanasan global (*global warming*) menjadi bahasan penting dan menjadi perhatian banyak pihak di seluruh dunia. Hal ini berkaitan dengan dampak perubahan iklim yang mempengaruhi kehidupan di bumi. Pemanasan global terjadi karena peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di lapisan atmosfer bumi. Atmosfer lebih banyak menerima dibandingkan melepaskan karbon. Hal ini merupakan dampak dari pembakaran

bahan bakar fosil, kendaraan bermotor dan mesin industri sehingga karbon terakumulasi secara terus menerus (IPCC, 2003).

Kontribusi gas karbon dioksida di atmosfer bumi adalah yang paling dominan sebagai akibat peningkatan aktivitas manusia terhadap hutan yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang bisa mempengaruhi bahkan mengubah pola dan jumlah curah hujan, naiknya air laut dan timbulnya berbagai pengaruh aspek

ekologi lainnya yang bisa membahayakan kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Upaya penurunan emisi karbon dapat dilakukan dengan pengurangan emisi karbon dan mempertahankan stok karbon yang ada serta meningkatkan serapan karbon melalui program pelestarian hutan termasuk ekosistem hutan mangrove.

Ekosistem hutan mangrove merupakan ekosistem yang tumbuh di daerah pantai yang hidupnya dipengaruhi oleh pasang surut dan salinitas air laut. Menurut Donato *et al.* (2011), hutan mangrove memiliki kemampuan asimilasi dan penyerapan karbon yang tinggi. Hutan mangrove sebagaimana hutan lainnya memiliki peran sebagai penyerap karbon dari udara. Hutan mangrove dapat menyerap lebih banyak karbon dibandingkan dengan kebanyakan hutan lainnya. Tinggi rendahnya kandungan karbon dipengaruhi oleh hutan tersebut dalam menyerap karbon dari udara melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis, CO₂ dari atmosfer diikat oleh vegetasi dan disimpan dalam bentuk biomassa. Mengukur jumlah kandungan karbon yang tersimpan dalam hutan mangrove, dapat menggambarkan jumlah CO₂ di atmosfer yang diserap oleh hutan tersebut.

Menurut Ati *et al.* (2014), aspek biologi ekosistem mangrove berperan menjaga kestabilan produktivitas dan ketersediaan hayati wilayah pesisir sebagai daerah asuhan dan pemijahan. Kemampuan dalam proses kimia dan pemulihan yaitu sebagai penyerap bahan pencemar khususnya bahan organik serta pemasok bahan organik bagi lingkungan perairan. Mangrove dapat menyerap karbon di atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa dan sedimen, sehingga mangrove sangat berperan dalam mitigasi perubahan iklim global.

Wilayah yang memiliki ekosistem hutan mangrove di Provinsi Sumatera Barat salah satunya di Kota Pariaman. Kota Pariaman sebagian besar wilayahnya berada di sepanjang pesisir pantai. Salah satu sumberdaya yang dimiliki wilayah ini berupa hutan mangrove yang terdapat pada tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Pariaman Tengah, Kecamatan Pariaman Selatan dan Kecamatan Pariaman Utara. Hutan mangrove di Kota Pariaman hanya seluas 18 ha (DKP, 2012).

Menurut Ramdhan dan Abdillah (2012), wilayah pesisir Kota Pariaman memiliki tingkat kerentanan fisik yang sangat tinggi. Terdapatnya konsentrasi pemukiman disepanjang wilayah pesisir, kemiringan pantai yang landai, serta tingkat abrasi yang cukup tinggi merupakan pemicu kondisi ini. Tingkat kerentanan akan semakin tinggi apabila ekosistem mangrove yang memiliki fungsi sebagai pelindung wilayah pesisir mengalami degradasi.

Salah satu ekosistem mangrove yang mengalami degradasi menempati wilayah di sekitar Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara. Survei lapangan awal menunjukkan fakta bahwa beberapa lokasi di Muara Sungai Batang Apar terdapat beberapa pohon mangrove yang mati dan tidak tumbuh dengan baik (Suryani, 2018).

Kerusakan tersebut tentunya akan berdampak pada berkurangnya tingkat kerapatan juga sejalan dengan berkurangnya nilai biomassa, stok karbon pada hutan mangrove sehingga menyebabkan daya dukung hutan mangrove dalam menyerap karbondioksida berkurang. Untuk mengantisipasi kerusakan hutan mangrove yang lebih serius, maka perlu usaha-usaha yang serius dalam pengelolaannya. Atas dasar itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai estimasi stok karbon tersimpan pada hutan mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah biomassa, stok karbon dan serapan CO₂, serta mengetahui hubungan antara kerapatan tegakan mangrove terhadap biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

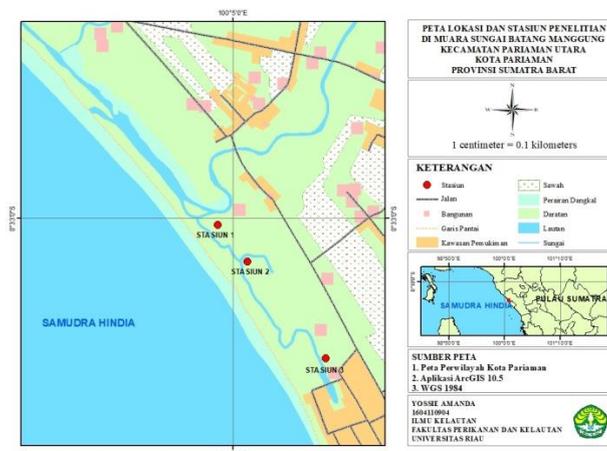
Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2020 di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat (Gambar 1).

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu pengamatan

dan pengambilan sampel dilakukan di lokasi penelitian. Sampel mangrove dan sampel sedimen dari lokasi penelitian selanjutnya

dibawa ke Laboratorium Kimia Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau untuk dianalisis.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Muara Sungai Batang Apar

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun penelitian dengan cara *purposive sampling*, yakni dengan mempertimbangkan dan memperhatikan kondisi daerah penelitian. Adapun pembagian stasiun pada penelitian ini yakni stasiun 1 berada dekat dengan Muara Sungai Batang Apar, stasiun 2 terletak dekat dengan jalur trekking wisata mangrove Desa Apar dan stasiun 3 terletak dekat dengan pemukiman masyarakat Desa Apar. Pengambilan sampel mangrove menggunakan metode transek petakan kuadran (*transect plot*). Pada masing-masing stasiun ditarik sebanyak 3 garis transek dari arah laut menuju ke arah darat sepanjang ±50 m. Setiap garis transek memiliki tiga plot atau petakan kuadran 10 x 10 m² untuk kategori pohon (Heriyanto dan Amin, 2013).

2.4. Parameter yang diamati

2.4.1. Kerapatan Mangrove

Kerapatan mangrove (*Density*) dihitung menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) sebagai berikut:

$$K = \frac{ni}{A}$$

Keterangan:

- K = Kerapatan suatu jenis (individu/m²).
- ni = Jumlah individu.
- A = Luas seluruh plot (m²).

2.4.2. Biomassa Mangrove

Perhitungan biomassa mangrove pada penelitian ini menggunakan metode persamaan allometrik. Allometrik didefinisikan sebagai suatu studi dari suatu hubungan antara pertumbuhan dan ukuran salah satu bagian organisme dengan pertumbuhan atau ukuran dari keseluruhan organisme (Sutaryo, 2009).

Tabel 1. Persamaan Allometrik Biomassa Mangrove

Nama Spesies	Rumus	Sumber
<i>Nypa fruticans</i>	$B = 0,222 \times DS^{2,7048}$	Rahman et al. (2017)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,1466 \times DBH^{2,3136}$	Dharmawan dan Samsodin (2012)
<i>Sonneratia caseolaris</i>	$B = 0,251 \rho (D)^{2,46}$	Komiyama et al. (2008)

Keterangan:

- B : Biomassa (Kg/m²)
- DS : Diameter pelepah (cm)
- DBH : Diameter setinggi dada (cm)
- ρ : Massa jenis kayu *S.Caseolaris* 0.340 (g/cm₂)

2.4.3. Cadangan Karbon Mangrove

Perhitungan cadangan karbon mangrove menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) yaitu:

$$Cb = B \times \% C \text{ Organik}$$

Keterangan:

- Cb = Cadangan karbon mangrove (Kg)
 B = Total biomassa (Kg).
 %C = Nilai persentase kandungan Organik karbon (0,47).

2.4.4. Cadangan Karbon Mangrove per Hektar

Perhitungan cadangan karbon mangrove per hektar dapat menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) yaitu:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10.000}{L_{plot}}$$

Keterangan:

- Cn = Cadangan karbon mangrove per hektar (ton/ha).
 Cx = Cadangan karbon pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (Kg).
 L plot = Luas plot pada masing-masing *carbon pool* (m²).

2.4.5. Cadangan Karbon Organik Tanah

Perhitungan cadangan karbon organik tanah menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) yaitu:

$$C_t = K_d \times \rho \times \% C \text{ Organik}$$

Keterangan:

- Ct = Cadangan karbon organik tanah (g/cm²).
 Kd = Kedalaman contoh tanah atau kedalaman tanah (cm).
 ρ = Kerapatan lindak (*bulk density*), merupakan perbandingan berat kering tanah terhadap volumenya (g/cm³).
 %C = Nilai persentase kandungan Organik karbon (0,47).

2.4.6. Cadangan Karbon Organik Tanah per Hektar

Perhitungan kandungan karbon organik tanah per hektar dapat menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) yaitu:

$$C_{tanah} = C_t \times 100$$

Keterangan:

- C_{tanah} = Cadangan karbon organik tanah per hektar (ton/ha).
 Ct = Cadangan karbon organik tanah (g/cm²).

- 100 = Faktor konversi dari g/cm² ke ton/ha.

2.4.7. Cadangan Karbon Total

Perhitungan cadangan karbon total dapat menggunakan rumus yang mengacu pada Lugina et al. dalam Handoyo et al. (2020) yaitu:

$$C_{total} = C_n + C_{tanah}$$

Keterangan:

- C_{total} = Cadangan Karbon total (ton/ha).
 C_n = Cadangan karbon per hektar pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (ton/ ha).
 C_{tanah} = Cadangan karbon organik tanah per hektar (ton/ha)

2.4.8. Serapan Karbon Total

Perhitungan serapan gas karbon dioksida dapat menggunakan rumus yang mengacu pada Bismark et al. (2008) yaitu:

$$S \text{ CO}_2 = \frac{Mr \text{ CO}_2 \times K_c}{Ar \text{ C}}$$

Keterangan :

- S CO₂ = Serapan gas karbon dioksida (CO₂) (Kg/m²).
 Mr.CO₂ = Massa molekul relatif (44).
 Ar. C = Massa atom relatif (12).
 Kc = Kandungan karbon (Kg/m²).

2.4.9. Serapan Gas Karbondioksida (CO₂) per Hektar

Perhitungan gas CO₂ per hektar menggunakan rumus yang merujuk pada Bismark et al. (2008) berikut:

$$S_n = (S \text{ CO}_2) / 1000 \times 10.000 / (L \text{ plot})$$

Keterangan:

- S_n = Serapan gas karbon dioksida (CO₂) (Kg/m²).
 Mr.CO₂ = Serapan gas karbon dioksida (CO₂) per hektar pada tiap plot (ton CO₂ /ha).
 S CO₂ = Kandungan karbon pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (Kg/m²).
 L plot = Luas plot pada masing-masing *carbon pool* (m²).

2.5. Analisis Data

Data dianalisis dengan melakukan uji ANOVA menggunakan *software* SPSS (*Statistical Product for Service Solution*)

untuk mengetahui perbandingan biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ antar stasiun penelitian. Jika pada uji ANOVA didapatkan nilai $\rho \geq 0,05$, artinya tidak berbeda nyata, sedangkan jika nilai $\rho \leq 0,05$, artinya berbeda nyata maka harus dilakukan uji lanjut. Selain itu juga dilakukan analisis regresi linear untuk mengetahui korelasi kerapatan tegakan mangrove dengan biomassa, stok karbon dan serapan CO₂

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Keadaan Umum Daerah Penelitian

Kota Pariaman merupakan wilayah pemekaran dari Kabupaten Padang Pariaman, yang terbentuk dengan berlakunya Undang-undang No. 12 Tahun 2002. Secara astronomis, Kota Pariaman terletak antara 00° 33' 00" – 00° 40' 43" LS dan 100° 04' 46" – 100° 10' 55" BT. Tercatat memiliki luas wilayah 73,36 km². Luas daratan kota ini setara dengan 0,17% dari luas daratan wilayah Provinsi Sumatera Barat, dengan 6 buah pulau-pulau kecil; Bando, Gosong, Ujung, Tangah, Angso Duo dan Kasiak. Panjang pantai lebih kurang 12,7 km.

Kota Pariaman lahir berdasarkan Undang-Undang No. 12 Tahun 2002. Pada awalnya Kota Otonom Pariaman terdiri dari 3 Kecamatan, 55 Desa dan 16 Kelurahan. Kemudian berdasarkan Peraturan Daerah No. 10 Tahun 2009, Kota Pariaman terbagi menjadi empat kecamatan yakni Kecamatan Pariaman Selatan, Kecamatan Pariaman Tengah, Kecamatan Pariaman Timur, dan Kecamatan Pariaman Utara. Namun demikian jumlah desa/kelurahan tidak mengalami perubahan, tetap 55 desa dan 16 kelurahan. Kondisi saat ini adalah Kecamatan Pariaman Selatan terdiri dari 16 desa, Kecamatan Pariaman Tengah terdiri dari 16 kelurahan dan 6 desa, Kecamatan Pariaman Timur terdiri dari 16 desa, serta Kecamatan Pariaman Utara terdiri dari 17 desa (Portal Pemerintah Kota Pariaman).

3.2. Parameter Kualitas Perairan

Adapun hasil pengukuran parameter kualitas perairan yang telah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan Pada Setiap Stasiun

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	30	30	29
Salinitas (‰)	6	5	5
pH	6	6	7
Kecerahan (%)	0.85	100	100

Parameter kualitas perairan di lokasi penelitian yaitu: suhu berkisar antara 29-30°C, salinitas berkisar antara 5-6 ‰, pH berkisar antara 6-7 dan kecerahan berkisar antara 0,85-100 %.

3.3. Kerapatan Tegakan Mangrove

Pengukuran kerapatan tegakan mangrove pada stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kerapatan Mangrove pada Setiap Stasiun

Stasiun	Kerapatan Mangrove (ind/ha)
1	1.055,56
2	1.311,11
3	1.855,56
Rata-rata	1.407,41

Berdasarkan data pada Tabel 3 terlihat bahwa stasiun yang memiliki kerapatan mangrove tertinggi terdapat pada stasiun 3, yaitu: 1.855,56 ind/ha, sedangkan kerapatan mangrove terendah terdapat pada stasiun 1, yaitu: 1.055,56 ind/ha. Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa kerapatan tegakan mangrove antar stasiun menunjukkan nilai $\rho = 0,156$ ($\rho \geq 0,05$) yang artinya kerapatan mangrove antar stasiun tidak berbeda nyata atau H₀ yang diterima.

Kerapatan pada stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 dan stasiun 2 dikarenakan karakteristik yang berbeda pada ketiga wilayah tersebut, dimana stasiun 3 dekat dengan pemukiman masyarakat Desa Apar yang pemanfaatan hutan mangrove tergolong minim, serta jauh dari arus muara sehingga semai hidup dengan dengan baik, sedangkan stasiun 1 dekat dengan Muara

Sungai Batang Apar dimana arus muara pada kawasan ini kuat sehingga semai banyak yang tumbang dan hanyut hanyut, hal ini juga mengakibatkan semai tidak tumbuh dengan baik, hal ini yang mengakibatkan stasiun 1 lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 2 dan stasiun 3. Stasiun 2 berada dekat dengan jalur trekking, sehingga pohon mangrove dikawasan ini ditebang untuk dibangun jalur trekking, hal ini yang mengakibatkan kerapatan stasiun 2 lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 3.

Susanto *et al.* (2013), menyatakan sedikitnya jumlah kerapatan mangrove pada suatu kawasan disebabkan besarnya pengaruh antropogenik yang mengubah habitat mangrove untuk kepentingan lain seperti pembukaan lahan untuk pemukiman dan pertambahan, serta penebangan pohon untuk bahan bangunan dan arang, sehingga ekosistem mangrove mengalami tekanan dan kondisinya mengalami penurunan.

3.4. Biomassa Mangrove

Berdasarkan pengolahan data biomassa mangrove dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Biomassa Mangrove pada Setiap Stasiun

Stasiun	Biomassa (ton/ha)
1	496,26 ± 19,65
2	703,97 ± 95,49
3	800,67 ± 19,27
Rata-rata	666,97

Hasil perhitungan biomassa mangrove pada ketiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa total biomassa tertinggi terdapat pada stasiun 3, yaitu 800,67 ton/ha, sedangkan total biomassa terendah terdapat pada stasiun 1, yaitu 496,26 ton/ha. Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa biomassa mangrove antar stasiun menunjukkan nilai $\rho = 0,167$ ($\rho \geq 0,05$), yang artinya biomassa mangrove antar stasiun tidak berbeda nyata atau H_0 yang diterima.

Perbedaan jumlah biomassa tersebut dikarenakan tingkat kerapatan mangrove di stasiun 3 lebih tinggi dari pada stasiun 1 dan stasiun 2, serta ukuran diameter pohon di stasiun 3 banyak yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran diameter pohon di stasiun 1. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mandari *et al.* (2016), nilai biomassa selain

dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga di pengaruhi oleh besarnya diameter pohon itu sendiri, hal ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomasanya juga akan semakin besar.

Hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa rata-rata biomassa mangrove di Hutan Mangrove Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat, yaitu 666,97 ton/ha. Jumlah biomassa pada wilayah ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Irsadi *et al.* (2017) di Hutan Mangrove Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang dengan rata-rata biomassa yaitu sebesar 301,58 ton/ha dan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Cahyaning *et al.* (2016) di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur.

Biomassa akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya usia tanaman, hal ini disebabkan oleh diameter pohon mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan tersebut terjadi di dalam kambium kearah radial sehingga akan terbentuk sel-sel baru yang menambah diameter (Imiliaya *et al.*, 2012).

3.5. Stok Karbon Mangrove

Hasil perhitungan mengenai stok karbon pada ketiga stasiun dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Stok Karbon Mangrove pada Setiap Stasiun

Stasiun	Karbon (ton/ha)
1	233,24 ± 9,23
2	331,01 ± 44,95
3	376,30 ± 9,05
Rata-rata	313,52

Hasil perhitungan stok karbon mangrove pada ketiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa stok karbon tertinggi terdapat pada stasiun 3, yaitu 376,30 ton/ha, sedangkan stok karbon terendah terdapat pada stasiun 1, yaitu 233,24 ton/ha. Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa stok karbon mangrove antar stasiun menunjukkan nilai $\rho = 0,167$ ($\rho \geq 0,05$), yang artinya stok karbon mangrove antar stasiun tidak berbeda nyata atau H_0 yang diterima.

Perbedaan stok karbon mangrove ini terjadi dikarenakan nilai biomassa pada stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Chanan (2012), menyatakan bahwa setiap penambahan kandungan biomassa akan diikuti oleh penambahan kandungan stok karbon. Hal ini menjelaskan bahwa karbon dan biomassa memiliki hubungan yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun penurunan biomassa maka akan menyebabkan peningkatan atau penurunan kandungan stok karbon.

Hairiah *et al.* (2011), 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. Menurut Widyasari *et al.* (2010), bahwa hal ini menunjukkan besarnya biomassa berpengaruh terhadap stok karbon. Peningkatan kandungan stok karbon terikat di atas permukaan tanah dipengaruhi oleh peningkatan biomassa.

Mangrove yang memiliki diameter batang yang lebih besar memiliki biomassa dan stok karbon yang lebih besar pula. Nilai biomassa yang telah diperoleh dapat menunjukkan berapa banyak stok karbon yang tersedia atau tersimpan pada suatu pohon. Jumlah stok karbon berbanding lurus dengan besarnya biomassa pohon tersebut. Hal ini disebabkan karena nilai kandungan karbon suatu bahan organik adalah 47% dari total biomasanya (Badan Standarisasi Nasional, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa rata-rata stok karbon mangrove di Hutan Mangrove Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat, yaitu 313,52 ton/ha. Jumlah stok karbon pada wilayah ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Irsadi *et al.* (2017) di Hutan Mangrove Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang dengan rata-rata stok karbon yaitu sebesar 141,64 ton/ha dan lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahyaning *et al.* (2016) di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur

dengan rata-rata stok karbon yaitu sebesar 198,61 ton/ha.

Berdasarkan perbandingan estimasi simpanan karbon hutan mangrove dengan hutan mangrove di daerah lain, bahwa estimasi simpanan karbon hutan mangrove di Muara Sungai Batang Apar relatif tinggi. Ini berarti hutan tersebut efektif dalam menyimpan karbon, maka hutan mangrove di Muara Sungai Batang Apar perlu dipertahankan serta dilestarikan ekosistemnya. Cara yang dapat dilakukan dengan gerakan penghijauan untuk tetap menjaga kelestarian hutan mangrove.

3.6. Stok Karbon Mangrove

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil stok karbon organik tanah yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Stok Karbon Organik Tanah pada Setiap Stasiun

Stasiun	Karbon Tanah (ton/ha)
1	2.604,88 ± 62,54
2	2.734,19 ± 28,54
3	2.346,63 ± 78,56
Rata-rata	2.561,90

Hasil perhitungan stok karbon tanah pada ketiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa total stok karbon tanah tertinggi terdapat pada stasiun 2, yaitu 2.734,19 ton/ha, sedangkan total stok karbon tanah terendah terdapat pada stasiun 3, yaitu 2.346,63 ton/ha. Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa stok karbon tanah antar stasiun menunjukkan nilai $\rho = 0,689$ ($\rho \geq 0,05$), yang artinya stok karbon tanah antar stasiun tidak berbeda nyata atau H_0 yang diterima.

Perbedaan jumlah stok karbon tanah ini terjadi dikarenakan oleh tingkat kerapatan mangrove yang lebih tinggi serta dekat dengan muara sehingga memiliki unsur hara yang tinggi pula. Sumber stok karbon organik yang ada dalam tanah berasal dari hasil pelapukan serasah-serasah yang berjatuh yang terkubur di dalam tanah (Heriyanto dan Amin, 2013). Jenis substrat tanah juga mempengaruhi besar kecilnya jumlah karbon yang terkandung di dalam tanah. Jenis substrat pasir cenderung lebih kecil dibandingkan substrat lumpur (Lestariningsih *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa rata-rata stok

karbon tanah di Hutan Mangrove Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat, yaitu 2.561,90 ton/ha. Jumlah stok karbon tanah pada wilayah ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handoyo *et al.* (2020) di

Hutan Mangrove Kecamatan Sungai Sembilan Kota Dumai dengan rata-rata stok karbon tanah yaitu sebesar 1.819,31 ton/ha.

3.7. Stok Karbon Total

Berdasarkan hasil perhitungan stok karbon total dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Stok Karbon Total

Stasiun	Stok Karbon Mangrove (ton/ha)	Stok Karbon Tanah (ton/ha)	Stok Karbon Total (ton/ha)
1	233,24	2.604,88	2.838,12
2	331,01	2.734,19	3.065,20
3	376,30	2.346,63	2.722,93
Rata-rata	313,52	2.561,90	2.875,42

Berdasarkan data di atas, maka terlihat bahwa stasiun 2 memiliki stok karbon total tertinggi, yaitu 3.065,20 ton/ha, sedangkan stok karbon total terendah terdapat pada stasiun 3, yaitu 2.722,93 ton/ha.

3.8. Serapan Gas Karbon Dioksida (CO₂)

Berdasarkan hasil perhitungan serapan gas karbon dioksida pada ketiga stasiun dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Serapan Gas Karbondioksida (CO₂) Mangrove pada Setiap Stasiun

Stasiun	Serapan CO ₂ (ton/ha)
1	855,19 ± 33,85
2	1.213,69 ± 164,81
3	1.379,79 ± 33,19
Rata-rata	1.149,56

Hasil perhitungan serapan CO₂ pada ketiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa total serapan CO₂ tertinggi terdapat pada stasiun 3, yaitu 1.379,79 ton/ha, sedangkan total serapan CO₂ terendah terdapat pada stasiun 1, yaitu 855,19 ton/ha. Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa kerapatan tngakan mangrove antar stasiun menunjukkan nilai $p = 0,167$ ($p \geq 0,05$), yang artinya kerapatan mangrove antar stasiun tidak berbeda nyata atau H₀ yang diterima.

Perbedaan jumlah serapan CO₂ ini terjadi dikarenakan nilai biomassa dan stok karbon pada stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 dan stasiun 2. Stasiun 3 memiliki kerapatan yang lebih tinggi sehingga nilai biomassa dan stok karbon yang tersimpan lebih banyak dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Biomassa dan kandungan karbon pada hutan mangrove memiliki korelasi yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan dan penurunan biomassa, maka akan berpengaruh terhadap kandungan karbon serta serapan CO₂ pada hutan mangrove tersebut (Chanan, 2012). Menurut Heriyanto dan Subandono (2016), kandungan karbon pada tanaman menggambarkan berapa besar tanaman tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Tumbuhan menyerap CO₂ dari udara kemudian mengkonversinya menjadi bahan organik melalui proses fotosintesis yang digunakan untuk pertumbuhan. Tingginya kandungan karbon organik sedimen disuatu vegetasi disebabkan karena substrat menerima sumbangan karbon dalam bentuk daun, ranting, buah dan bunga yang mati (serasah) (Brown, 1997).

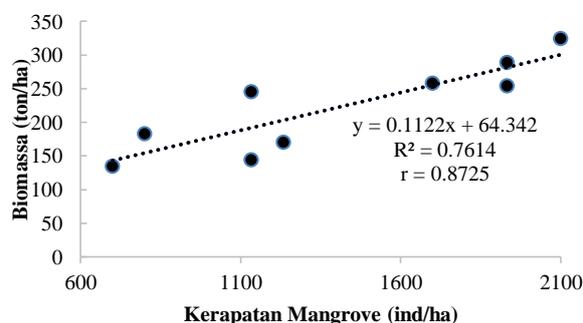
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa rata-rata serapan CO₂ mangrove di Hutan Mangrove Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat, yaitu 1.149,56 ton/ha. Jumlah serapan CO₂ pada wilayah ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Irsadi *et al.* (2017) di Hutan Mangrove Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang dengan rata-rata serapan CO₂ yaitu sebesar 519,73 ton/ha.

3.9. Hubungan antara Kerapatan Tegakan Mangrove dengan Biomassa, Stok Karbon dan Serapan CO₂

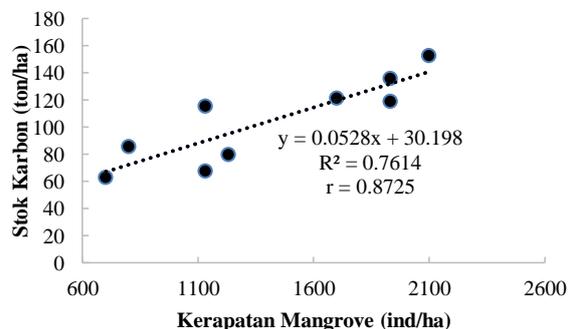
Hutan mangrove memiliki kandungan biomassa, stok karbon dan serapan CO₂. Kerapatan mangrove menentukan besar kecilnya jumlah biomassa, stok karbon dan

serapan CO₂. Untuk mengetahui seberapa erat hubungan tersebut, maka perlu dilakukan uji regresi antara kerapatan mangrove dengan

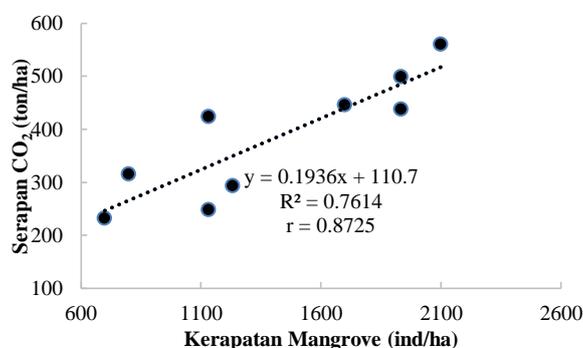
biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Hubungan Kerapatan terhadap Biomassa Mangrove di Muara Sungai Batang Apar



Gambar 3. Hubungan Kerapatan Terhadap Stok Karbon Mangrove di Muara Sungai Batang Apar



Gambar 4. Hubungan Kerapatan Terhadap Serapan CO₂ Mangrove di Muara Sungai Batang Apar

Hasil uji regresi linear dapat disimpulkan bahwa hubungan kerapatan terhadap biomassa mangrove di Muara Sungai Batang Apar dengan nilai korelasi yaitu 0,8725 yang artinya memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat (Gambar 2). Hasil uji regresi linear dapat disimpulkan bahwa hubungan kerapatan terhadap stok karbon mangrove di Muara Sungai Batang Apar dengan nilai korelasi yaitu 0,8725 yang artinya memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat (Gambar 3). Hasil uji regresi linear dapat disimpulkan bahwa hubungan kerapatan terhadap serapan CO₂ mangrove di Muara Sungai Batang Apar dengan nilai korelasi yaitu 0,8725 yang artinya memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat (Gambar 4).

Menurut Rahman et al. (2017), bahwa kerapatan mangrove berbanding lurus dengan besarnya biomassa, cadangan karbon, dan serapan karbon sehingga perlu adanya peraturan untuk menjaga kelestarian mangrove agar kualitas udara dapat terjaga

dengan baik. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Heriyanto dan Amin (2013) bahwa semakin tinggi nilai kerapatan maka akan semakin tinggi pula nilai biomasanya. Sehingga secara otomatis nilai kerapatan tegakan mangrove akan mempengaruhi nilai cadangan karbon dan serapan CO₂.

Salah satu faktor lainnya yang mempengaruhi variasi biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ yaitu ukuran diameter pohon. Semakin besar ukuran diameter pohon, maka semakin besar pula biomassa, stok karbon dan serapan CO₂. Hal ini menunjukkan bahwa variasi ketiga aspek tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat kerapatan, melainkan masih terdapat factor lainnya seperti ukuran diameter pohon. Menurut Mardiyah et al. (2019), wilayah mangrove yang memiliki kerapatan mangrove tertinggi memiliki total biomassa yang lebih rendah dibandingkan dengan dengan wilayah yang memiliki kerapatan yang sedang. Hal ini

dikarenakan adanya perbedaan diameter pohon yang ada pada lokasi penelitian. Semakin besar diameter pohon, maka semakin besar nilai biomassa, stok karbon dan serapan CO₂. Sehingga diduga pengaruh dari besarnya diameter pohon terhadap nilai biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ sangat besar dibandingkan dengan kerapatan.

4. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian ini jumlah rata-rata kerapatan tegakan mangrove pada wilayah studi di ketiga stasiun adalah 1.407,41 ind/ha, jumlah rata-rata biomassa mangrove adalah 666,97 ton/ha, jumlah rata-rata stok karbon mangrove adalah 313,52 ton/ha, jumlah rata-rata stok karbon tanah adalah 2.561,90 ton/ha dan jumlah rata-rata serapan CO₂ adalah 1.149,56 ton/ha. Berdasarkan hasil analisis statistik hubungan kerapatan mangrove terhadap biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ masing-masing menunjukkan nilai korelasi yang sama yaitu 0,8725 yang artinya hubungan kerapatan dengan biomassa, stok karbon dan serapan CO₂ mangrove memiliki hubungan yang sangat kuat.

Daftar Pustaka

- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan. (2012). Profil Kelautan dan Perikanan Tahun 2012.
- [IPCC]. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use Change and Forestry*. Buku Panduan. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme
- Ati, R.N.A., A. Rustam, T.L. Kepel, N. Sudirman, M. Astrid, A. Daulat, P. Mangindaan, H.L. Salim, dan A.A. Hutahaean. (2014). Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2): 98-171.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI-7724-Pengukuran dan Perhitungan Karbon-Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*).
- Bismark, M., N.M. Heriyanto, dan S. Iskandar. (2008). Biomassa dan Kandungan pada Hutan Produksi di Cagar Biosfer Pulau Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 5(5): 397-407.
- Brown, S. (1997). *Estimating Biomass And Biomass Change Of Tropical Forests: A Primer (Fao Forestry)*. FAO. Rome.
- Cahyaning, W., A. Setiawan, dan Rusita. (2016). Estimasi Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1): 66-74.
- Chanan, M. (2012). Pendugaan cadangan karbon (C) tersimpan di atas permukaan tanah pada vegetasi hutan tanaman jati (*Tectona grandis Linn.F*) (Di RPH Sengguruh BKP Sengguruh KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal Gamma*, 7(2): 61-73.
- Dharmawan, I.W.S., dan I. Samsudin. (2012). Dinamika Potensi Biomassa Karbon pada Lanskap Hutan Bekas Tebangan di Hutan Penelitian Malinau. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 9(1) : 12-20.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham, dan M. Kanninen. (2011). Mangroves Among The Most Carbon Rich Forests in The Tropics. *Nature Geoscience*. DOI:10.1038/NCEO1123.
- Hairiah, K., A. Ekadinata, R. Sari, dan S. Rahayu. (2011). *Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia Regional Office
- Handoyo, E., B. Amin, dan Elizal. (2020). Estimation of Carbon Reserved in Mangrove Forest of Sungai Sembilan Sub-District, Dumai City, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Science*, 3(2):123-134.
- Heriyanto, N.M. dan Subiandono. (2012). Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomassa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove Di Taman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1): 23-32.
- Heriyanto, T. dan B. Amin. (2013). Analisis Serapan Karbon Dioksida pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Pesisir Pantai Kelurahan Purnama Kota Dumai Provinsi Riau. Prosiding Seminar

- Nasional Konservasi dan Proteksi Lingkungan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Imiliyana, A., M. Muryono, Purnobasuki. (2012). Estimasi Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Rhizophora Stylosa* di Pantai Camplong, Sampang-Madura. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Irsadi, A., N.K.R. Martuti, dan S.B. Nugraha. (2017). Estimasi Stok Karbon Mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 15(2): 122.
- Komiyama, A., J.E. Ong, dan S. Pongparn. 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forest: A Review. *Aquatic Botany*, 89: 128-137.
- Lestariningsih, W.A., N. Soenardjo, dan R. Pribadi. (2018). Estimasi Cadangan Karbon Pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2): 121-130.
- Mandari, D.Z., H. Gunawan, M.N. Isda. (2016). Penaksiran Biomassa dan Karbon Tersimpan Pada Ekosistem Hutan Mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Jurnal Riau Biologia*, 1 (3): 17-23
- Mardliyah, R., R. Ario, dan R. Pribadi. (2019). Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Mangrove di Desa Pasar Banggi dan Tireman Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Journal of Marine Research*, 8(1): 62-68.
- Rahman., H. Effendi, dan I. Rusmana. (2017). Estimasi Stok dan Serapan Karbon Pada Mangrove di Sungai Tallo Makassar. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 11:19-28.
- Ramdhan, M, dan Y. Abdillah. (2012). Pemetaan Tingkat Kerentanan Pesisir Wilayah Kota Pariaman. Jakarta: Balitbang KP.
- Suryani, N. (2018). Kajian Ekosistem Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Manggung Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Geografi*, 10(2): 144-156.
- Susanto, A.H., T. Soedarti, dan H. Purnobasuki. (2013). Struktur Komunitas Mangrove di Sekitar Jembatan Suramadu Sisi Surabaya. *Bioscientiae*, 10(1): 1-10.
- Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan Biomassa. Sebuah Pengantar Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Widyasari, N.A.K. Saharjo, B.H. Solichin, dan Istomo. (2010). Pendugaan Biomassa dan Potensi Karbon Terikat di Atas Permukaan Tanah pada Hutan Rawa Gambut Bekas Terbakar di Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1): 41-49.