

**STOK DAN SERAPAN KARBON PADA JENIS MANGROVE YANG BERBEDA
(*Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorrhiza*)
DI PERAIRAN TUBAN**

**STOCK CARBON IN THE TYPE OF DIFFERENT (*Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina* dan
Bruguiera gymnorrhiza) in TUBAN COAST**

Choridina Kareninsekar¹ dan Insafitri²

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan dan Perikanan Fakultas Pertanian,
Universitas Trunojoyo Madura

²Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan dan Perikanan Fakultas Pertanian, Universitas
Trunojoyo Madura

Corresponding author e-mai: Choridinakareningsekar@gmail.com

Submitted: 16 June 2020 / Revised: 26 August 2020 / Accepted: 26 August 2020

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7576>

ABSTRACT

*Mangrove is one of special plant in tropical forest which has ability to flourish in the river area or usually call estuari area. Mangrove has benefit as absorbing carbon dioxide, which is the process of photosynthesis change inorganic carbon (CO₂) into organic carbon in the form of vegetation material. Tuban regency is one of regency which located in East Java which has coastline length around 65 km, and has distribution of mangrove forest 120,40 Ha. The aim of this research to know about amount of uptake absorption carbon dioxide (CO₂) on type of mangrove which different in Tuban. The study was conducted on the coast of Tuban covering mangrove center in Mangrove Center Tuban, Jenu Kabupaten Tuban with use three research points and every point does three times repetitions. This research was conducted on November 2018. Technique of collecting data used decstructive method and calculation of data include water content value, ash content, carbon and uptake of carbon dioxide in basic laboratory, faculty of agriculture. Based on the results was obtained mangrove which have amount uptake highest carbon dioxide is mangrove with type *Rhizophora stylosa* with uptake value CO₂ as much as 738,5 gram CO₂/1000 gr tree, and highest uptake available in part of stem as much as 163,62 gram CO₂/1000 gr tree. The value of uptake carbondioxide the highest number two there are the types of *Bruguiera gymnorrhiza* as much as 713,65 gram CO₂/ 1000 gr tree with the highest absorption which found on the leaf as much as 160,18 gram CO₂/1000gr tree and the lowest absorption that is *Avicennia marina* as much as 700,93 with the highest absorption also found on leaf as much as 147,33 gr CO₂/1000 gr tree.*

Keywords: Stock, carbon, Mangrove and Tuban Coast.

ABSTRAK

*Mangrove merupakan suatu tumbuhan khas pada hutan tropis yang memiliki kemampuan tumbuh subur di daerah muara sungai atau disebut dengan daerah estuari. Mangrove memiliki manfaat sebagai penyerap karbondioksida, dimana proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO₂) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Kabupaten Tuban salah satu kabupaten yang berada di propinsi Jawa Timur dengan memiliki panjang garis pantai sekitar 65 km, dan memiliki sebaran hutan mangrove 120,40 Ha. Penelitian bertujuan mengetahui jumlah serapan karbondioksida (CO₂) pada jenis mangrove yang berbeda diperairan Tuban. Penelitian dilakukan di pesisir Tuban mencakup kawasan pusat mangrove di Mangrove Center Tuban, Jenu Kabupaten Tuban dengan menggunakan tiga titik penelitian dan masing masing titik dilakukan tiga kali pengulangan. Penelitian dilakukan pada bulan November 2018. Metode pengambilan data menggunakan metode dekstruktif dan perhitungan data meliputi nilai kadar air, kadar abu, karbon dan serapan karbondioksida di Laboratorium Dasar Fakultas Pertanian. Berdasarkan hasil yang diperoleh mangrove yang memiliki total serapan karbondioksida tertinggi adalah mangrove jenis *Rhizophora stylosa* dengan nilai serapan CO₂ sebesar 738,5 gram CO₂ /1000 gr pohon, yang penyerapan tertinggi terdapat pada*

bagian batang sebesar 163,62 gr CO₂/1000 gr pohon. Nilai serapan karbondioksida tertinggi kedua terdapat pada jenis *Bruguiera gymnorrhiza* sebesar 713,65 gr CO₂ /1000 gr pohon dengan penyerapan tertinggi terdapat pada bagian daun sebesar 160,18 gram CO₂ /1000 gr pohon dan yang memiliki penyerapan CO₂ terendah yaitu *Avicennia marina* sebesar 700,93 gr CO₂/ 1000 gr pohon, dengan penyerapan tertinggi juga terdapat pada daun sebesar 147,33 gr CO₂ /1000 gr pohon.

Kata Kunci :Stok, Karbon, Mangrove dan Perairan Tuban

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan tanaman yang memiliki peranan sebagai salah satu agen penyerap karbondioksida (CO₂) yang berasal dari udara sehingga berpengaruh terhadap perubahan iklim. Mangrove mampu menyimpan karbon lebih dari hampir keseluruhan hutan lainnya di bumi (Daniel *et al.*, 2011). Vegetasi mangrove memiliki kandungan karbon (C) yang diperkirakan memiliki erat hubungannya dengan besarnya biomassa suatu pohon. Ekosistem mangrove di Indonesia diperkirakan memiliki kemampuan menyerap karbon diudara mencapai 67,7 meter CO₂ per tahun (Sadelle *et al.*, 2012). Kerusakan hutan mangrove yang sering terjadi pada hal ini menimbulkan pelepasan karbondioksida (CO₂) ke atmosfer bumi menghasilkan jumlah yang banyak, setingkat dengan adanya kerusakan hutan yang terjadi (Munari, 2011). Setiap tahun hutan mangrove dapat menyerap 42 juta ton karbon di udara atau setara dengan emisigas karbon dari 25 juta mobil (Ardianto, 2011).

Kabupaten Tuban adalah salah satu kabupaten yang berada di propinsi Jawa Timur dengan memiliki panjang garis pantai sekitar 65 km. Potensi kota Tuban dengan sebutan PANTURA memiliki ketertarikan tersendiri untuk dijadikan sebagai tempat wisata. kawasan pesisir Tuban juga memiliki kawasan hutan mangrove salah satunya berada di kawasan konservatif mangrove yaitu Mangrove Center Tuban yang terletak di desa Jenu, memiliki sebaran hutan mangrove 120,40 Ha (BPS Tuban, 2013). Berdasarkan hasil analisa vegetasi mangrove di kawasan pesisir Tuban yang mencakup kawasan Mangrove Center Tuban. Perbedaan fisik dari masing masing jenis menjadikan setiap jenis mangrove memiliki kapasitas karbon yang berbeda.

Pengambilan sampel uji pada jenis mangrove yang berbeda bertujuan untuk mengetahui kontribusi pada jenis mangrove guna melakukan penyerapan CO₂ yaitu dengan menganalisis serapan karbon masing masing jenis mangrove. Hasil penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan informasi mengenai penyerapan karbon dari beberapa

jenis mangrove yang berbeda guna untuk revegetasi. Mengingat karbon merupakan salah satu unsur yang utama dalam pembentukan bahan organik termasuk makhluk hidup (Munari, 2011).

Hutan Mangrove memiliki manfaat dan fungsi yang sangat penting dalam ekosistem hutan, air, dan lingkungan. Mangrove juga bermanfaat sebagai penyerap karbon, dimana proses fotosintesis mengubah karbon anorganik (CO₂) menjadi karbon organik dalam bentuk bahan vegetasi. Pemanasan global merupakan salah satu isu di dunia saat ini, ditandai dengan adanya peristiwa meningkatnya suhu bumi yang terkait langsung dengan gas-gas rumah kaca. Kontributor pemanasan global seperti gas karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄) (Soemarwoto, 1998).

Biomassa merupakan total jumlah dari bahan organik yang berada diatas tanah pada suatu pohon. Komponen pada pengukuran dugaan biomassa biasanya berada diatas tanah karena merupakan bagian besar dari berat jumlah keseluruhan total biomassa. Karbon karbon di hutan yang utama terdiri dari biomassa organisme hidup, organisme mati, tanah dan kayu atau pohon mati. Karbon merupakan suatu unsur pembentuk bahan organik. Sebagian besar makhluk hidup merupakan bagian dari karbon. Secara alami karbon banyak tersimpan di dalam darat dan laut daripada di atmosfer Karbon merupakan unsur alam yang memiliki lambang "C" yang memiliki nilai atom sebesar 12 (Munari, 2011). Dalam bumi karbon tersimpan dalam bentuk makhluk hidup, bahan organik mati dan sedimen. Salah satu penghasil karbon terbanyak di bumi diperoleh dari hutan.

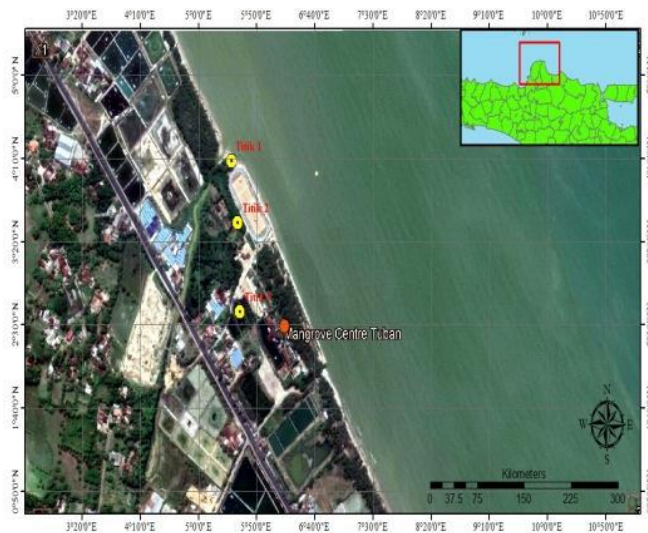
Kondisi hutan yang banyak mengalami kerusakan berdampak pada pelepasan karbondioksida (CO₂) juga semakin banyak, hal demikian setingkat dengan kerusakan hutan yang terjadi (Munari, 2011). Menurut Brown (1996) hampir 40% dari biomassa pohon adalah karbon, yang dimana pohon melalui proses fotosintesis menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang menyerap karbondioksida dari atmosfer, kemudian mengubahnya menjadi karbon organik dan

menyimpannya dalam biomassa tubuhnya seperti dalam batang, daun, akar, umbi, buah dan lainnya. Salah satu cara untuk mengetahui simpanan karbon adalah dengan menghitung biomassa dari tumbuhan tersebut.

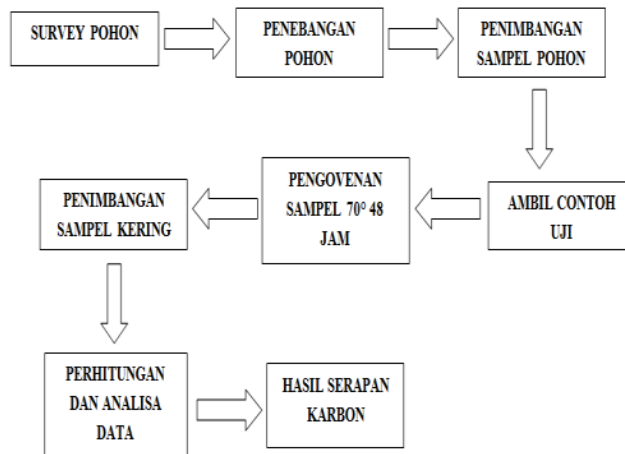
MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 dikawasan pesisir Tuban yang mencakup daerah konservatif Mangrove Center Tuban, di Kecamatan Jenu kabupaten Tuban. Kawasan ini dipilih karena dianggap mewakili wilayah studi karena memiliki jenis mangrove yang paling dominan. Pengambilan sampel untuk setiap titik dilakukan tiga kali pengulangan Gambar 1. merupakan peta lokasi penelitian. Berdasarkan hasil pengamatan lapang ditemukan tiga jenis mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Rhizophora stylosa* dan *Bruguiera gymnorrhiza*.

Data tersebut didapatkan berdasarkan hasil observasi awal dan informasi dari diskusi dengan Ketua Mangrove Center Tuban. Pengovenan sampel dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Bioindustri Progam Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura. Pengovenan dilakukan pada suhu 70°C selama 48 dan kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengabuan (furnace) pada suhu 450°C selama 5 jam di Laboratorium Dasar Universitas Trunojoyo Madura dalam mengetahui nilai kadar abu untuk mengetahui kandungan karbon dan serapan CO₂. Metode penelitian ini menggunakan metode berupa metode destruktif dengan pengambilan sampel 3 pohon sebanyak tiga jenis mangrove yang berbeda (*Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorrhiza*).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelian



Gambar 2. Alur penelitian

Pengolahan Data
Kadar air

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

- % Kadar Air = Nilai presentasi kadar air (%)
- A = Berat basah sampel
- B = Berat kering sampel

Biomassa

$$Bo = \frac{Bks \times Bbt}{Bbs}$$

Keterangan:

- Bo = berat bahan organik (gram)
- Bks = berat kering contoh(gram)
- Bbt = berat basah total (gram)
- Bbs = berat basah contoh, (gram).

Kadar Abu

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{(Z-X)}{Y} \times 100\%$$

Keterangan :

- X = Berat Cawan
- Y = Berat Kering Sampel
- Z = Berat Sampel setelah di Oven + Cawan

Kandungan Karbon

$$\text{Karbon}_{(gram)} = (\text{Berat Kering}_{(gram)} - \text{Kadar Abu}_{(gram)})$$

Perhitungan Serapan Karbondioksida (CO₂)

$$CO_2(g) = 3,67 \times \text{Kandungan Karbon}$$

Keterangan :

- Mr = Molekul Relatif
- CO₂= Jumlah Serapan Karbondioksida
- Ar = Atom Relatif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel perhitungan serapan karbondioksida mangrove terlihat bahwa mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki penyerapan karbon terendah yaitu sebesar 700,93gram CO₂/50gram pohon. Sedangkan *Bruguiera gymnorrhiza* merupakan mangrove yang menyerap karbon tertinggi kedua di udara setelah *Rhizophora stylosa*, yaitu sebesar 713,65 gram CO₂/1000 gram pohon dan nilai tertinggi terdapat pada bagian batang 163,62 gram CO₂/1000 gram pohon. Hasil tersebut sama dengan penelitian sebelumnya oleh Akbar (2015) yang menunjukkan bahwa potensi serapan karbon yang paling besar juga terdapat pada bagian batang jenis *Rhizophora sp.*, yaitu sebesar 194,58 gram CO₂/gram pohon dengan total penyerapan karbon sebesar 397,53 gram CO₂/1000 gram pohon. Hasil tersebut lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian iniyang menghasilkan nilai total serapan karbon tertinggi pada *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 726,269 gram CO₂/1000 gram pohon. Hal ini dipengaruhi karena adanya perbedaan tinggi dari sampel pohon mangrove.

Tabel 1. Nilai Kandungan Biomassa, Karbon Biomassa dan Serapan Karbondioksida

Jenis Mangrove	Bagian	Biomassa Mangrove (gr)/1000gr pohon	Karbon Mangrove (gr)/1000gr pohon	Serapan Gas CO ₂ (gr) CO ₂ /1000 gr pohon)
<i>Avicennia marina</i>	Propagul	192,24	36,54	134,13
	Akar Dalam	198,15	38,69	142
	Batang	205,54	38,89	142,73
	Daun	212,66	40,14	147,33
	Akar Luar	193,36	36,71	134,75
<i>Rhizophora stylosa</i>	Propagul	210,06	40,53	148,75
	Akar Dalam	194,18	38,26	140,43
	Batang	229,67	44,58	163,62
	Daun	216,99	41,99	154,1
	Akar Luar	159,99	32,52	119,34

<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	Propagul	200,57	39,68	145,62
	Akar Dalam	188,9	36,05	132,31
	Batang	198,99	38,84	142,54
	Daun	223,77	43,64	160,18
	Akar Luar	190,76	36,23	132,98

Meningkatnya serapan gas CO₂ dalam hal ini terjadi karena serapan gas karbondioksida (CO₂) memiliki hubungan positif antara kandungan karbon (Sadelle *et al.*, 2012). Dengan demikian dapat diartikan bahwa serapan gas karbon dioksida (CO₂) akan besar apabila total kandungan karbon dan biomassa yang dimiliki tumbuhan juga ikut besar begitu pula sebaliknya. Kemampuan tumbuhan dalam menyerap CO₂ dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, sinar matahari, ketersediaan air, luas keseluruhan daun, umur dan fase pertumbuhan.

Pertumbuhan pohon melalui hasil fotosintesis kemudian digunakan oleh tumbuhan untuk

melakukan pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal. Secara umum hutan dengan new growth (terutama pohon yang sedang berada dalam fase pertumbuhan) mampu menyerap CO₂, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil menahan dan menyimpan persediaan karbon tetapi Berdasarkan tabel Hasil Uji Test Of Homogeneity of Variances *Avicennia marina*, *Rhizophora stylosa* dan *Bruguiera gymnorrhiza* menunjukkan hasil bahwa sig > 0,05 yang berarti data penyerapan karbon pada ketiga jenis mangrove homogen, sehingga asumsi homogenitas dalam uji One Way Anova terpenuhi tidak menyerap CO₂ (Sadelle *et al.*, 2012).

Tabel 2. Uji Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.570	2	6	.156

Sedangkan pada tabel 3 mengenai hasil uji output Anova dapat diketahui nilai sig sebesar 0,040 ,yang menyatakan bahwa nilai tersebut < 0,05. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa rata rata serapan karbon ketiga jenis mangrove tersebut berbeda secara signifikan.

Tabel 3. Hasil Uji One Way Anova Serapan Karbon *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa*

Serapan Karbon	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.513	2	19.256	5.775	.040
Within Groups	20.007	6	3.334		
Total	58.519	8			

Tabel 4. Hasil Uji Kesamaan Rata-rata Serapan Karbon *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora stylosa*

Serapan Karbon

Tukey HSD

Jenis Mangrove	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
<i>Avicennia marina</i>	3	139.6667	
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	3	142.0000	142.0000
<i>Rhizophora stylosa</i>	3		144.6667
Sig.		.287	.213

Serapan Karbon

Tukey HSD

Jenis Mangrove	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
<i>Avicennia marina</i>	3	139.6667	
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	3	142.0000	142.0000
<i>Rhizophora stylosa</i>	3		144.6667
Sig.		.287	.213

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Pada subset 1 terdapat data serapan karbon *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorrhiza*. Artinya rata rata penyerapan kedua mangrove tersebut tidak mempunyai perbedaan yang signifikan. Dengan kata lain, rata rata penyerapan karbon *Avicennia marina* dan *Bruguiera gymnorrhiza* adalah sama. Pada Subset 2 diketahui data penyerapan karbon *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora stylosa*. Artinya rata rata penyerapan karbon kedua jenis mangrove tersebut mempunyai

perbedaan yang signifikan. Dengan kata lain, rata rata penyerapan karbon *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora stylosa* adalah sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam riset eksperimen ini hanya rata rata *Avicennia marina* dan *Rhizophora stylosa* yang berbeda. Nilai tertinggi penyerapan karbon terdapat pada *Rhizophora stylosa* dan penyerapan terendah terdapat pada *Avicennia marina*.

Tabel 5. Nilai Parameter Pertumbuhan Mangrove

Parameter	Titik I	Titik II	Titik III	Baku Mutu (KMNLH no. 51 2004)	Keterangan
	Rhizophora stylosa	Bruguiera gymnorrhiza	Avicennia marina		
Suhu (°C)	30	30	30	28-32	Sesuai
pH	7,5	7,3	7,1	7-8,5	Sesuai
Salinitas (ppt)	29	27	28	<34ppt	Sesuai
Jenis Substrat	Substrat Berpasir	Substrat Berpasir	Substrat Berpasir	-	-

Nilai parameter di Perairan Mangrove Center Tuban berdasarkan tabel 4.5 tidak menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap titik. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik fisika kimia perairan tersebut tidak jauh berbeda. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Syarifah dan Ledhyane (2015) menyebutkan bahwa salinitas di perairan Mangrove Center Tuban 28,98 ppt, sedangkan hasil pengukuran rata rata salinitas penulis menunjukkan angka sebesar 28,66 ppt. Nilai salinitas tersebut sesuai dengan nilai Standar Baku Mutu menurut Keputusan Menteri Negara.

Lingkungan Hidup nomer 51 tahun 2004, yang menyatakan bahwa nilai salinitas untuk mangrove berkisar 0-34 ppt. Suhu di perairan Mangrove Center Tuban menunjukkan nilai yang sama di ketiga titik pengambilan sampel yaitu sebesar 30°C. Nilai suhu tersebut sesuai dengan nilai Standar Baku Mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup

nomer 51 tahun 2004, yang menyatakan bahwa suhu yang cocok untuk pertumbuhan mangrove optimal berkisar 28-32°C.

Hasil pengukuran pH sedimen yang ditunjukkan pada tabel 4.5 menunjukkan nilai rata rata pH sebesar 7,3. Nilai pH terbesar pada titik I yaitu jenis *Rhizophora stylosa* sebesar 7,5 sedangkan nilai pH terendah pada titik III yaitu jenis *Avicennia marina* sebesar 7,1. Nilai pH tersebut sesuai dengan nilai Standar Baku Mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomer 51 tahun 2004, yang menyatakan bahwa pH optimal untuk pertumbuhan mangrove berkisar 7-8,5.

Mangrove dari laut ke arah darat akan membentuk zonasi mangrove. Menurut Bengen (2004) menyebutkan bahwa padadaerah yang berhadapan dengan laut disebut zona mangrove terbuka dengan substrat pasir berlumpur ditumbuhi oleh

spesies *Sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus granatum*. Pernyataan tersebut memperkuat adanya hasil penelitian penulis bahwa di zona depan dari arah laut pada titik I ditemukan mangrove *Rhizophora stylosa*. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pertumbuhan mangrove juga dipengaruhi oleh zona dan substrat yang mengandung berpasir, seperti ditunjukkan pada tabel 4.5. Mangrove dari arah laut menuju ke darat pada titik II yaitu daerah dekat tambak ditemukan mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dengan substrat juga berpasir tapi seperti berlumpur padat, karena tidak dipengaruhi adanya pasang surut air laut. Selanjutnya di titik III ditemukan mangrove *Avicennia marina* dengan menempati kawasan bersubstrat berpasir sama seperti ketiga jenis mangrove lainnya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa substrat di perairan Tuban untuk pertumbuhan mangrove diindikasikan memiliki jenis substrat berpasir. Hal ini bertentangan dengan penelitian sebelumnya oleh Bengen (2004), yang menjelaskan bahwa pada zona yang berhadapan dengan laut akan didominasi oleh *Sonneratia* atau *Avicennia* sp. Sedangkan pada hasil penelitian, mangrove *Avicennia marina* ditemukan di zona paling belakang dengan substrat berlumpur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai Stok Karbon di Perairan Tuban yang meliputi Kawasan Mangrove Center Tuban, dapat disimpulkan bahwa rata-rata penyerapan karbon dari ketiga jenis mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Rhizophora stylosa* menghasilkan nilai yang berbeda secara signifikan.

Diantara ketiga jenis mangrove yang memiliki nilai stok dan serapan karbon tertinggi, adalah *Rhizophora stylosa* dengan nilai terbesar di bagian batang.

Saran

Penelitian lanjutan mengenai pendugaan stok karbon dengan menggunakan metode non destruktif sampling (persamaan allometrik) diperlukan guna menghitung seberapa banyak jumlah serapan karbon dan simpanan karbon secara menyeluruh di kawasan hutan mangrove pada daerah konservasi Mangrove Center Tuban, Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S.S.1(1990). *Diktat Kimia Kayu*. Bogor : Pusat Antar Universitas, Institut
- Ardianto, Tufik. (2011). *Mangrove sebagai penangkap karbon, pendingin udara serta penahantsunami*. Diakses dari www. Survey pemetaan. blogspot. com .pada tanggal 7 Oktober 2018
- Brown. (1996). Guidelines for inventory and monitoring carbon offsets in forestbased project. Winrock, International. *Forest Carbon Monitoring Program, Winrock International, Arlington, VA, USA*.
- Daniel C. Donato, J. Boone Kauffman, Daniel Murdiyoso, Sofyan Kurnianto, Melanie Stidham and Markku Kanninen. (2011). *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics*. *Nature Geoscience*. DOI: 10.1038
- Iswandar, Meivi., Irma, D dan Viqqi Kurnianda. (2017). Dugaan serapan karbon pada vegetasi mangrove di kawasan mangrove Gampong Iboih, kecamatan Sukakarya, Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(4), 512-518.
- Munari, S. (2011). *Teknik pendugaan cadangan karbon. Merang Redd Pilot Project- German International Cooperation*. Palembang.
- Sadelie, A., Kusumastanto, T., Kusmana, C., Hardjomidjojo, H. (2012). Kebijakan pengelolaan sumberdaya pesisir berbasis perdagangan karbon. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 6(1), 1-1
- Soemarwoto, O. (1998). *Ekologi lingkungan hidup dan pembangunan*. Djambatan. Bandung.