Available online at MCSIJ (Marine, Coastal and Small Islands Journal) - Jurnal Kelautan
Website: https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/mcs

ANALISIS STOK KARBON SEBAGAI MITIGASI PEMANASAN GLOBAL DI EKOSISTEM MANGROVE DESA TANJUNG SUNGKAI KABUPATEN KOTABARU

Analysis of Carbon Stocks as Global Warming Mitigation in Mangrove Ecosystem of Tanjung Sungkai Village, Kotabaru Regency

Norhadiah[1)], Nursalam[1)], Dafiuddin Salim[1)]
[1)]Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan S. Yani Km. 36,5 Simpang 4, Banjarbaru, Indonesia
"Corresponding author" : nrhdh14@gmail.com

ABSTRAK

Mangrove merupakan salah satu tumbuhan penyerap karbon yang berasal dari wilayah pesisir dan diketahui memiliki potensi sebagai mitigasi pemanasan global. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung dan menganalisis biomassa dan stok karbon serta nilai ekologi di ekositem mangrove Desa Tanjung Sungkai Kabupaten Kotabaru. Prosedur penelitian meliputi pengambilan data lapangan dengan metode transek dan plot, analisis laboratorium, analisis data menggunakan rumus Shannon-Wiener dan rumus allometrik Biomassa oleh Komiyama, *et al* (2005) serta rumus kandungan karbon oleh IPCC (2003). Nilai faktor pembatas pada ekologi ekosistem mangrove mengacu pada KEPMENLH No. 201 Tahun 2004. Jenis mangrove yang ditemukan berjumlah 3 jenis yaitu *Rhizophora apiculata* (107 ind), *Rhizophora mucronata* (57 ind) *dan Sonneratia alba* (71 ind). Kerapatan dikategorikan jarang – sedang, kerapatan tertinggi terdapat pada Stasiun 2 sebesar 0,13 ind/m^2, kategori kerapatan sedang ditemukan pada Stasiun 2 dan 8. Indeks Nilai penting tertinggi pada jenis *Rhizophora apiculata* sebesar 52%. Total biomassa tegakan sebesar 23.178,7 kg/m^2 atau 231.787 ton/ha, jumlah tertinggi pada Stasiun 2 sebesar 39.641 ton/ha. Total stok karbon sebesar 115.894 ton C/ha dengan rata-rata karbon sebesar 9.657,85 ton C/ha maka stok karbon di Desa Tanjung Sungkai Sebesar 251.104 ton C. Jenis yang mampu menyimpan stok karbon tertinggi adalah jenis *Rhizophora apiculata* sebesar 51.424,7 Ton C/ha.

Kata Kunci : Mangrove, Indeks Nilai Penting, Stok Karbon, Tanjung Sungkai

ABSTRACT

Mangrove is one of the carbon absorbing plants that come from coastal areas and is known to have the potential as a mitigation of global warming. The purpose of this study is to calculate and analyze biomass and carbon stocks as well as ecological value in the mangrove ecositem of Tanjung Sungkai Village, Kotabaru Regency. Research procedures include field data retrieval by transek and plot methods, laboratory analysis, data analysis using Shannon-Wiener formula and Biomass allometric formula by Komiyama, et al (2005) and carbon content formula by IPCC (2003). The value of limiting factors in the ecology of mangrove ecosystems refers to KEPMENLH No. 201 of 2004. Mangrove species found numbered 3 types namely Rhizophora apiculata (107 ind), Rhizophora mucronata (57 ind) and Sonneratia alba (71 ind). Density is categorized as rare – medium, the highest density is found at Station 2 at 0.13 ind/m^2,the medium density category is found at Stations 2 and 8. The highest important value index in the Rhizophora apiculata type is 52%. Total upright biomass was 23,178.7 kg/m^2 or 231,787 tons/ha, the highest amount at Station 2 at 39,641 tons/ha. Total carbon stock of 115,894 tons C / ha with an average carbon of 9,657.85 tons C / ha then the carbon stock in Tanjung Sungkai Village of 251,104 tons C. The type capable of storing the highest carbon stock is Rhizophora apiculata type of 51,424.7 Tons C/ha.

Keywords: Mangrove, Important Value Index, Carbon Stock, Tanjung Sungkai

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil penelitian Mandari dkk (2016) jumlah karbon yang diserap pohon mangrove berbeda setiap jenisnya. Proses penyerapan karbon terjadi ketika daun pada pohon melakukan fotosintesis yang menyerap CO_2 untuk menghasilkan oksigen di bumi, karbon yang diserap kemudian menjadi biomassa dalam tubuh mangrove yaitu akar, batang, ranting, daun dan serasah hal ini didukung berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusmana *et al* (1992) dalam Heriyanto dkk (2016) bahwa besarnya biomassa dipengaruhi oleh diameter, tinggi tanaman, berat jenis kayu dan kesuburan tanah. Oleh sebab itu stok karbon lebih banyak di ekosistem mangrove dibandingkan dengan ekosistem lain.

Perlunya mengetahui potensi mangrove di kawasan konservasi sebagai penyerap karbon dengan mengukur kandungan karbon dan potensinya diharapkan nantinya akan ada perlindungan dan pemanfaatan mangrove secara lestari yang dapat dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat. Dengan mengetahui jumlah karbon yang mampu diserap oleh mangrove kita akan memahami manfaat ekologi mangrove sebagai penyerap karbon sehingga usaha konservasi mangrove dalam rangka mengurangi pemanasan global dapat lebih ditingkatkan.

Desa Tanjung Sungkai merupakan desa yang masih asri terdapat tiga ekosistem pesisir antara lain terumbu karang, lamun dan mangrove, kondisi ketiga ekosistem masih sangat baik akan tetapi seiring waktu terjadi berbagai kerusakan di setiap ekosistem yang ada. Ekosistem mangrove di desa ini semakin berkurang dengan adanya penebangan pohon mangrove untuk membuka lahan, penggunaan kayu untuk memasak maupun dijual dan banyaknya sampah yang merusak kualitas perairan disekitar ekosistem mangrove.

Desa ini merupakan salah satu kawasan konservasi perairan akan tetapi belum adanya pengelolaan terhadap kawasan tersebut membuat kawasan mangrove semakin menurun. Penurunan jumlah luasan ekosistem mangrove dapat berpengaruh besar terhadap berbagai faktor kehidupan, dilihat dari fungsi ekologinya sebagai penyerap karbon yang dapat mengurangi pemanasan global yang sudah terjadi saat ini.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi ekologi ekosistem mangrove dan potensi serapan karbon pada tegakan mangrove, untuk mengetahui hal tersebut diperlukan pengukuran data jumlah tegakan dan diameter pohon dan pengambilan sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Selanjutnya, data tegakan dan diameter mangrove dilakukan dengan menggunakan metode transek garis. Hasil data yang diperoleh kemudian di analisis dengan persamaan dan rumus allometrik.

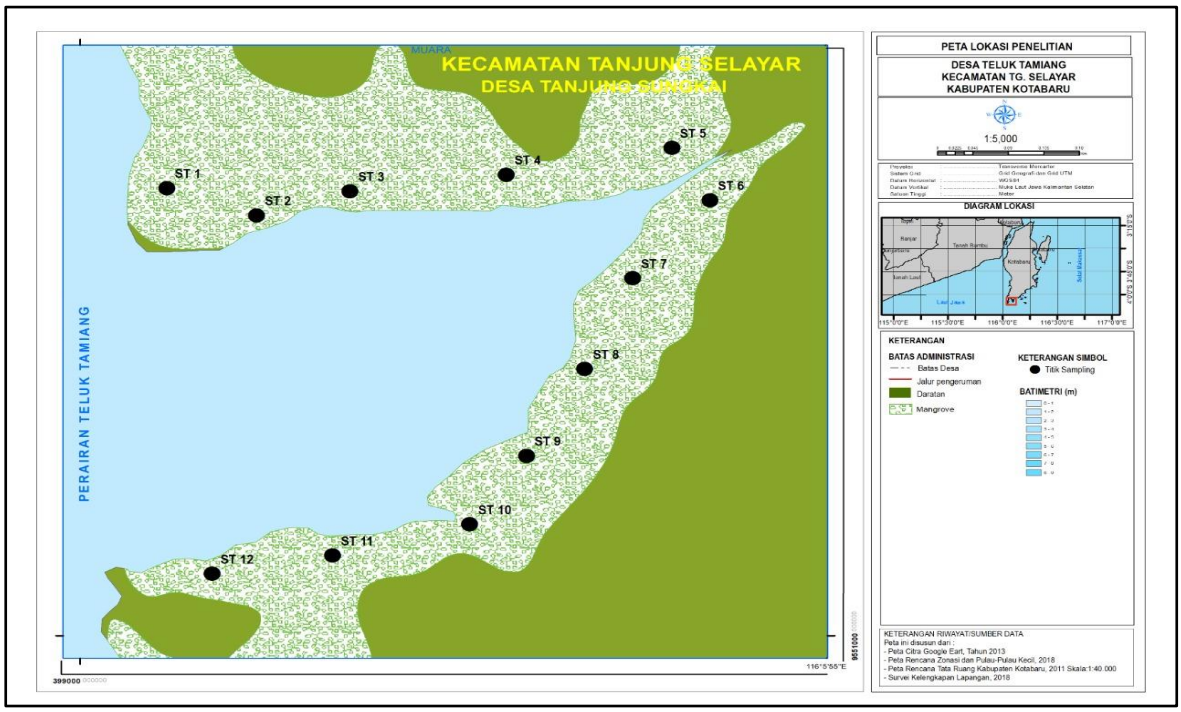
METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dari bulan Mei 2020 hingga Juni 2021 pada ekosistem mangrove Desa Tanjung Sungkai Kabupaten Kotabaru. Peta lokasi penelitian daat dilihat pada Gambar 1.

Pengambilan data dilakukan pada 12 stasiun pengamatan. Penentuan titik pengamatan ini ditentukan berdasarkan kondisi lapangan dan berdasarkan intensitas sampling dengan mengacu pada luas wilayah dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengambilan Data

Pengambilan data vegetasi mangrove pada transek 50 x 20 m dengan 3 plot 10 x 10 m



meliputi jumlah tegakan dan diameter tegakan serta jenis mangrove, sedangkan pengambilan data stok karbon dilakukan pada plot berukuran 50 x 50 m dengan mengukur diameter dan jenis mangrove serta pengambilan sampel pada setiap jenis mangrove yg ditemui di lokasi penelitian.

Gambar 1. Peta Lokasi dan Titik Sampling Penelitian

Analisis Data

Indeks Nilai Penting

Indeks Nilai Penting dihitung menggunakan Indeks Shanon-Wiener.

Kerapatan jenis (Di) adalah jumlah total tegakan jenis i (ni) dalam suatu unit area atau Luas total area pengambilan sampel (luas total plot) (A).

$$Di = ni/A$$

Kerapatan relatif jenis (Jumlah total tegakan jenis i Rdi) adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis i (ni) dan jumlah total tegakan seluruh jenis (Σn).

$$RDI = (ni / \Sigma n)x100$$

Frekuensi jenis (Fi) adalah jumlah jenis i (pi) dalam plot yang diamati (Σp).

$$Fi = (pi / \Sigma p)$$

Frekuensi relatif jenis (Rfi) adalah perbandingan antara frekuensi jenis i (Fi) dan jumlah frekuensi seluruh jenis (ΣF).

$$Rfi = (Fi/ \Sigma F)x100$$

Penutupan Jenis (Ci)

$$Ci = \frac{\Sigma BA}{BA}$$

$$BA = \frac{\pi DBH}{4}$$

$$DBH = \frac{CBA}{\pi}$$

Penutupan relatif jenis (Rci)

$$Rci = \left(\frac{Luas\ bidang\ dasar\ suatu\ jenis}{\Sigma Luas\ area\ seluruh\ jenis}\right) x\ 100$$

Indeks Nilai Penting (INP) menggambarkan kedudukan ekologis suatu jenis dalam komunitas dengan melihat dominasi suatu jenis terhadap jenis lainnya. Nilai berkisar antara 0 – 300 atau 1 - 3.

$$INP = Rdi + Rfi + Rci$$

Kriteria kerapatan pada ekosistem mangrove didasari pada kriteria baku kerusakan mangrove oleh KEPMENLH No. 201 tahun 2004, seperti terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Baku Kerurasakn Mangrove

Kriteria	Tingkat Kerapatan	Kerapatan (Pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	>1500
	Sedang	>1000 - < 1500
Rusak	Jarang	<1000

Analisis Karbon

Perhitungan berat kering menurut Rianti (2012) diawali dengan proses pengeringan sampel ranting pohon di oven selama 48 jam dengan suhu 100℃, sebelum di oven timbang sampel kemudian di kurang dengan berat akhir dari sampel yang sudah di oven. Menghitung volume dengan persamaan :

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

Dimana :

R = Jari-jari potongan kayu = $^1/_2$ x Diameter (cm), dan

T = Panjang kayu (cm)

Menghitung berat jenis dapat menggunakan rumus berikut (Imiliyana et al. 2012) :

$$\rho \text{ (berat jenis)} = \frac{Berat\ Kering\ (g)}{Volume\ (cm3)}$$

Setelah diketahui massa jenis dimasukkan dalam rumus alometrik.

$$Wtop = 0{,}251\ \rho D^{2{,}46}$$

Dimana :

Wtop = Biomassa atas permukaan

ρ = Berat jenis pohon

D = Diameter pohon setinggi dada (DBH/ 1,3m dari permukaan tanah)

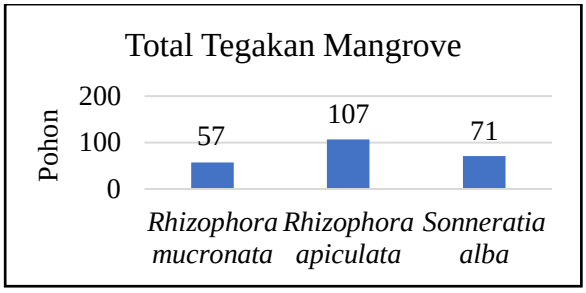
Kandungan karbon pohon dalam tumbuhan dihitung menggunakan rumus (Brown 1997 dan IPCC 2003).

$$\text{Kandungan karbon} = \text{Biomassa} \times 50\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Ekosistem Mangrove

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan pada 12 stasiun (36 plot) dijumpai sebanyak 3 jenis mangrove yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba*.



Gambar 2. Diagram Total Tegakan Mangrove

Jenis *Rhizophora apiculata* dijumpai hampir di seluruh stasiun yaitu Stasiun 2, 3, 4, 5, 7, 8 dan 10. Diantara stasiun tersebut jumlah tegakan mangrove tertinggi pada Stasiun 8 dengan jumlah tegakan 39 pohon sedangkan jumlah terendah terdapat pada Stasiun 7 dengan jumlah 5 pohon. Jumlah tegakan jenis *Rhizophora apiculata* sebanyak 107 pohon tertinggi dari semua jenis mangrove yang ditemukan.

Jenis *Rhizophora mucronata* merupakan jenis mangrove yang memiliki jumlah tegakan terendah dari jenis mangrove lain. Jumlah total tegakan jenis ini sebanyak 57 pohon dijumpai pada Stasiun 1, 2, 3, 9, 11 dan 12. Jumlah tegakan tertinggi terdapat pada Stasiun 3 (17 pohon) dan jumlah terendah terdapat pada Stasiun 1 (3 pohon). Jenis ini dijumpai pada enam stasiun sedangkan jenis *Sonneratia alba* hanya di empat stasiun akan tetapi jumlah tegakan pada jenis ini sedikit diantara kedua jenis lainnya.

Jenis *Sonneratia alba* dijumpai pada Stasiun 1, 6, 7 dan 9 dengan jumlah tegakan sebanyak 71 pohon. Stasiun 1 berada pada areal paling barat lokasi penelitian, sedangkan Stasiun 6, 7 dan 9 merupakan areal dekat dengan pemukiman, pada stasiun-stasiun tersebut memiliki jenis substrat lumpur berpasir. Jumlah tegakan *Sonneratia alba* terbanyak dijumpai pada Stasiun 7 (21 pohon) dan yang paling sedikit pada Stasiun 6 dan 9 (15 pohon).

Kondisi Ekologi Mangrove

Hasil perhitungan kerapatan (Di), tutupan (Ci) dan frekuensi (Fi) mangrove disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ekologi Ekosistem Mangrove Desa Tanjung Sungkai

Stasiun	Jenis	Di		Fi	Ci
		Ind/m^2	Ind/ha		
1	*Rhizophora mucronata*	0,01	100	1	11,036
	Sonneratia alba	0,0667	667	0,6667	1,244
	Jumlah	**0,0767**	**767**	**1,6667**	**12,280**
2	*Rhizophora apiculata*	0,073	733	1	51,249
	Rhizophora mucronata	0,053	533	0,6667	18,869
	Jumlah	**0,126**	**1.266**	**1,6667**	**70,118**
3	*Rhizophora apiculata*	0,02	200	1	3,2917
	Rhizophora mucronata	0,0567	567	1	5,4902
	Jumlah	**0,077**	**767**	**2**	**8,7837**
4	*Rhizophora apiculata*	0,03	300	1	4,2484
	Jumlah	**0,03**	**300**	**1**	**4,4284**
5	*Rhizophora apiculata*	0,0367	367	1	3,8668
	Jumlah	**0,0367**	**367**	**1**	**3,8668**
6	*Sonneratia alba*	0,05	500	1	9,2298
	Jumlah	**0,05**	**500**	**1**	**9,2298**
7	*Rhizophora apiculata*	0,0167	167	0,6667	2,5657
	Sonneratia alba	0,07	700	1	7,0318
	Jumlah	**0,0867**	**867**	**1,6667**	**9,5975**
8	*Rhizophora apiculata*	0,13	1.300	1	12,509
	Jumlah	**0,13**	**1.300**	**1**	**12,509**
9	*Rhizophora mucronata*	0,013	130	1	0,6526
	Sonneratia alba	0,05	500	1	0,5196
	Jumlah	**0,063**	**630**	**2**	**1,1722**
10	*Rhizophora apiculata*	0,05	500	1	17,087
	Jumlah	**0,05**	**500**	**1**	**17,087**
11	*Rhizophora mucronata*	0,0167	167	0,6667	11,164
	Jumlah	**0,0167**	**167**	**0,6667**	**11,164**
12	*Rhizophora mucronata*	0,04	400	1	35,807
	Jumlah	**0,04**	**400**	**1**	**35,807**
	Total	**0,7833**	**7833,33**		

Kerapatan vegetasi pada Stasiun 2 dan Stasiun 8 dikategorikan kerapatan sedang karna lebih dari 1.000 ind/ha, sedangkan pada stasiun lainnya dikategorikan kerapatan jarang karena nilai kerapatan kurang dari 1.000 ind/ha. Kerapatan tertinggi terdapat pada Stasiun 8 dan yang terendah terdapat pada Stasiun 11.

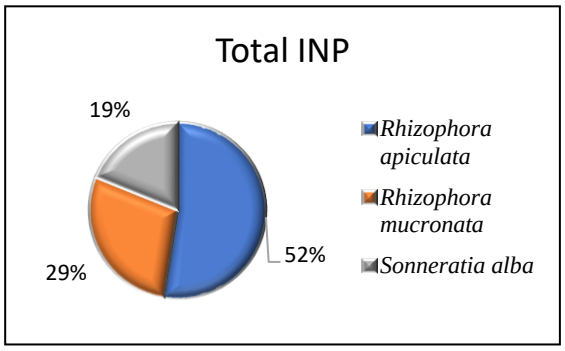
Grafik nilai INP per jenis dapat dilihat pada Gambar 3. jenis *Rhizophora apiculata* memiliki nilai INP 52,52% jenis mangrove ini memiliki nilai INP tertinggi dari jenis lainnya. Lalu jenis *Rhizophora mucronata* memiliki INP sekitar 29% kemudian jenis *Sonneratia alba* memiliki INP 19%.

Gambar 3. Diagram Total INP

Besarnya nilai INP dari jenis *Rhizophora apiculata* karena sering ditemukan pada stasiun pengamatan. Jenis ini ditemukan dengan jenis lain pada Stasiun 2, 3 dan 7, ditemukan hanya terdapat jenis ini pada Stasiun 4, 5, 6, 8 dan 10. Sesuai dengan pernyataan dari Havid (2016) besarnya pengaruh atau peranan jenis mangrove pada sebuah lokasi biasanya ditentukan dengan INP, jika jumlah jenis yang ditemukan banyak, maka nilai INP jenisnya rendah, jika semakin sedikit jenis yang ditemukan pada sebuah lokasi maka besar nilai INP dari jenis vegetasinya.

Biomassa Tegakan

Kandungan biomassa tegakan merupakan penjumlahan kandungan biomassa tiap tegakan yang merupakan gambaran total material organik hasil dari fotosintesis, CO^2 di atmosfer diserap oleh tanaman dengan bantuan sinar matahari kemudian diubah menjadi $(CH_2O)_n$, akan didistribusikan ke seluruh tubuh tanaman dan ditimbun dalam bentuk daun, batang, cabang, buah dan bunga (Hairiah dan Rahayu, 2007).



Biomassa tegakan hutan mangrove dihitung menggunakan persamaan allometrik yang telah ditetapkan dan dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya (Kauffman dan Donato 2012).

Berdasarkan Tabel 3 bahwa biomassa tertinggi terdapat pada Stasiun 2 sebesar 39.641 ton/ha dan untuk terendah terdapat biomassa pada Stasiun 4 sebesar 7.219 ton/ha. Total biomassa dari 12 stasiun yaitu sebesar 231.787 ton/ha. Nilai biomassa dan kandungan karbon tersimpan pada berbagai ekosistem berbeda-beda jumlahnya, tergantung dari keragaman dan kerapatan tumbuhannya dan jenis tanah serta cara pengelolaan pada ekosistem tersebut (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Karbon Mangrove

Presentase stok karbon meningkat searah dengan peningkatan biomassa. Stok karbon berbanding lurus dengan kandungan biomassanya. Semakin besar kandungan biomassa, maka stok karbon juga akan semakin besar (Hairiyah dan Rahayu, 2007). Konsentrasi karbon dalam bahan organik menurut IPCC sebesar 50% oleh karna itu potensi simpanan karbon pada batang adalah 50% dari biomassa.

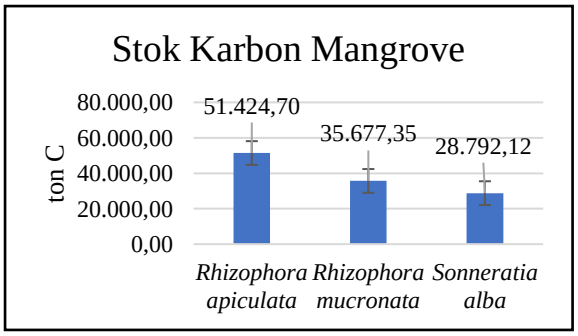
Tabel 3. Biomassa dan Kandungan Karbon Tegakan Mangrove

Stasiun	Jenis Mangrove	Biomassa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton C/ha)
1	*Rhizophora mucronata*	410	205
	Sonneratia alba	28.835	14.417,3
	Jumlah	**29.245**	**14.622,3**

Stasiun	Jenis Mangrove	Biomassa (ton/ha)	Kandungan Karbon (ton C/ha)
2	*Rhizophora apiculata*	29.202	14.601
	Rhizophora mucronata	10.439	5.219
	Jumlah	**39.641**	**19.820**
3	*Rhizophora apiculata*	12.806	6.402,9
	Rhizophora mucronata	8.506	4.253,2
	Jumlah	**21.312**	**10.656**
4	*Rhizophora apiculata*	7.219	3.609
	Jumlah	**7.219**	**3.609**
5	*Rhizophora apiculata*	7.448	3.724
	Jumlah	**7.448**	**3.724**
6	*Sonneratia alba*	10.787	5.393,5
	Jumlah	**10.787**	**5.393**
7	*Rhizophora apiculata*	10.233	5.116,7
	Sonneratia alba	8.363	4.181,5
	Jumlah	**18.596**	**9.298,2**
8	*Rhizophora apiculata*	12.873	6.436,5
	Jumlah	**12.873**	**6.436,5**
9	*Rhizophora mucronata*	922	461
	Sonneratia alba	9.599	4.799,5
	Jumlah	**10.521**	**5.260,6**
10	*Rhizophora apiculata*	23.069	11.534,5
	Jumlah	**23.069**	**11.534,5**
11	*Rhizophora mucronata*	14.768	7.384
	Jumlah	**14.768**	**7.384**
12	*Rhizophora mucronata*	36.309	18.153
	Jumlah	**36.309**	**18.154**
Total			**115.894**
Rata-rata			**9.657,85**

Berdasarkan Tabel 3. bahwa stok karbon tertinggi terdapat pada Stasiun 2 sebesar 19.820 ton C/ha dan untuk yang terendah stok karbon pada Stasiun 4 sebesar 3.609 ton/ha.

Total stok karbon pada 12 stasiun sebesar 115.894 ton C/ha, dengan jumlah rata-rata 9.657,85 ton C/ha. Menurut Dokumen Rencana Zonasi Wilayah dan Pulau-Pulau Kecil tahun 2018 (Perda, 2018) luas ekosistem mangrove di Desa Tanjung Sungkai sekitar 26 ha, maka jumlah stok karbon di ekosistem mangrove desa ini sebesar 251.104 ton C dengan pengalian jumlah rata-rata stok karbon/ha dengan luas ekosistem mangrove. Hasil kandungan karbon pada penelitian ini masih sedikit dibandingkan dengan hasil dari Nursalam (2016) yang mendapatkan total stok karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di Desa Angsana sebesar 3.932.617,67 ton karbon untuk luas 43,61 ha, dengan komposisi tegakan vegetasi sebanyak 15 jenis mangrove.



Gambar 4. Diagram Jumlah Stok Karbon

Stok karbon berbeda pada setiap jenisnya, untuk diagram jumlah stok karbon per jenis dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat spesies yang menyimpan stok karbon tertinggi pada jenis *Rhizophora apiculata* sebesar 51.424,7 ton C, kemudian jenis *Rhizophora mucronata* dengan stok karbon sebesar 35.677,35 ton C dan jenis *Sonneratia alba* dengan stok karbon sebesar 28.792,12 ton C karbon.

Potensi mangrove sebagai penyerap karbon dapat menjadi suatu cara dalam mitigasi bencana pemanasan global karena tumbuhan mangrove akan terus menyerap karbon seiring dengan pertumbuhannya, akan tetapi dengan terjadinya berbagai aktivitas di ekosistem mangrove dapat mengurangi jumlah serapan karbon bahkan hilang dan terlepas atau menjadi emisi karbon.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kerapatan tertinggi terdapat pada Stasiun 8 jenis *Rhizophora apiculata* dengan nilai 0,13 pohon/m^2 atau 1.300 pohon/ha. Secara keseluruhan pada 12 stasiun pengamatan dikategorikan kerapatan sedang terdapat di dua stasiun yaitu Stasiun 2 dan Stasiun 8 selain di stasiun tersebut dikategorikan kerapatan jarang. Nilai INP dari 12 stasiun pengamatan dari tingkat pohon tertinggi adalah jenis *Rhizophora apiculata*.

Total stok karbon tersimpan adalah 115.894 ton C/ha. Nilai rata-rata stok karbon sebesar 9.657,85 ton C/ha dengan luas 26 ha maka stok karbon yang ada di Desa Tanjung Sungkai sebesar 251.104 ton C. Jenis yang mampu menyimpan stok karbon tertinggi adalah *Rhizophora apiculata* sebesar 51.424,7 ton C/ha.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui perubahan luasan mangrove di Desa Tanjung Sungkai, selain itu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang stok karbon pada serasah, nekromassa dan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest: a Primer. (FAO Forestry Paper-143). FAO. Rome.

Hairiah, K., dan Rahayu, S. 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Bagian Macam Penggunaan Lahan. World Agrofresty Centre ICRAF Southeast Asia. Bogor.

Havid E, 2016. Indeks Nilai Penting Vegetasi Mngrove Di Kawasan Kuala di, Kabupaten Aceh Timur.

Heriyanto, N. M., dan Subiandono, E. 2012. Komposisi dan struktur tegakan, biomasa, dan potensi kandungan karbon hutan mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 9(1):023-032.

Intergovermental Panel on Climate Change (IPCC). 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.

Kauffman JB dan Donato DC. 2012. Protocols for the Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR. Bogor.

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004. Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Komiyama, A., Poungpran, S., Kato, S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating the Tree Weight of Mangroves. Journal of Trofical Ecology. 21: 471- 477.

Mandari, D. Z., Gunawan, H. dan Isda, M. N. 2016. Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem

hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Damai. Jurnal Riau Biologia. 1(3): 17 - 23.

Nursalam. 2016. Korelasi Nilai Stok Karbon Biru (*Blue Carbon*) Dengan Struktur Komunitas Biota Perairan Pada Ekosistem Mangrove.

Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Selatan No. 13 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2018 – 2038.

Wantoro, Syahdan M, Salim D. 2017. Struktur Komunitas jenis Mangrove Di Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. Marine, Coastal and Small Island Jurnal Volume 1 Nomor 1.