

ESTIMASI STOK KARBON PADA TEGAKAN MANGROVE DI DESA SUKAMANDI KABUPATEN BELITUNG TIMUR

Estimation of Carbon Stocks in Mangrove Stands in Sukamandi Village East Belitung Regency

Sapriyadi^{1*}, Arthur M. Farhaby¹, dan Sudirman Adibrata¹

¹Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan FPPB-UBB, Balunijuk

Email korespondensi: sapriyd14@gmail.com

Abstrak

Sukamandi merupakan salah satu desa yang terletak di Kabupaten Belitung Timur yang memiliki luas ekosistem mangrove sebesar 351,33 ha. Ekosistem mangrove berperan penting terhadap penyerapan karbon sebagai salah satu konsep *blue carbon*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis dan kerapatan mangrove serta menganalisis nilai *aboveground biomass* serta nilai stok karbon pada tegakan mangrove Desa Sukamandi, Kabupaten Belitung Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Februari 2023 di Hutan Mangrove Desa Sukamandi, Belitung Timur. Analisis nilai biomassa dan stok karbon dilakukan berdasarkan SNI 7724 tahun 2011. Hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat 5 suku mangrove yang terdiri dari 10 spesies dengan kerapatan vegetasi jenis mangrove tertinggi pada stasiun III yaitu sebesar 4.841 ind/ha dan terendah pada stasiun IV yaitu sebesar 1.943 ind/ha dengan kriteria Sangat Padat. Nilai rerata biomassa tegakan mangrove sebesar 509,34 ton/ha nilai rerata stok karbon tegakan mangrove sebesar 239,39 ton/ha.

Kata Kunci : Tegakan Mangrove, Biomassa, Stok Karbon, Desa Sukamandi

PENDAHULUAN

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, memiliki luas ekosistem mangrove sebesar 273.692,81 ha (Farhaby, *et al.* 2020). Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir perairan tropis yang memiliki tingkat produktivitas yang tinggi (Mukherjee *et al.*, 2014), mencapai 2.700 grC/m²/tahun (Supriharyono, 2017). Ekosistem mangrove berperan penting terhadap penyerapan karbon (*sink*) di atmosfer dan merupakan bagian dari konsep *blue carbon*, dalam upaya pencegahan pemanasan global. Ekosistem mangrove mampu menyimpan karbon 4 kali lebih banyak dibandingkan dengan hutan lainnya. Menurut Donato *et al.*, (2012) hutan mangrove mengandung sekitar 1.023 MgC/ha, yang disimpan dalam bentuk biomassa dan simpanan karbon terbesar terdapat pada sedimen mangrove. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa lebih dari 50% (7.075.973,13 ton) stok karbon biru di Pulau Belitung hilang dalam dalam kurun waktu 20 tahun (1995-2015), yang tersimpan dalam biomassa dan sedimen (Hermon, *et al.*, 2018). Tingginya perubahan stok karbon mangrove dalam kurun waktu 20 tahun (1995-2015) diakibatkan adanya alih fungsi dari kawasan mangrove yang dikonversi untuk kawasan pemukiman dan penambangan timah yang dilakukan di ekosistem hutan mangrove, tidak terkecuali ekosistem mangrove di Desa Sukamandi.

Desa Sukamandi merupakan salah satu desa yang terletak di Kabupaten Belitung Timur yang memiliki luas hutan mangrove sebesar 351,33 ha pada tahun 2017 (Pusfatja, 2017). Ekosistem mangrove Desa Sukamandi mengalami tekanan akibat dari aktivitas manusia dan alih fungsi ekosistem mangrove, yang dikonversi untuk kawasan pemukiman, serta aktivitas dan pengaruh

sedimentasi dari tambang *inkonvensional* (TI) yang dilakukan di kawasan hutan mangrove. Tingginya aktivitas manusia yang dilakukan pada ekosistem mangrove di Desa Sukamandi mengakibatkan terjadinya kerusakan dan menurunnya peran mangrove yang berdampak pada peran kawasan mangrove sebagai vegetasi penyerap karbondioksida (Irsadi, *et al.*, 2017). Upaya dalam mengetahui potensi hutan mangrove sebagai penyerapan karbon (*sink*) dan perannya dalam upaya pencegahan pemanasan global, dapat dilakukan melalui penelitian estimasi serapan karbon yang terserap melalui *above ground* (tegakan mangrove). Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk menganalisis jenis dan kerapatan mangrove serta menganalisis nilai biomassa stok karbon pada tegakan mangrove Desa Sukamandi, Kabupaten Belitung Timur, sebagai salah satu konsep *blue carbon*.

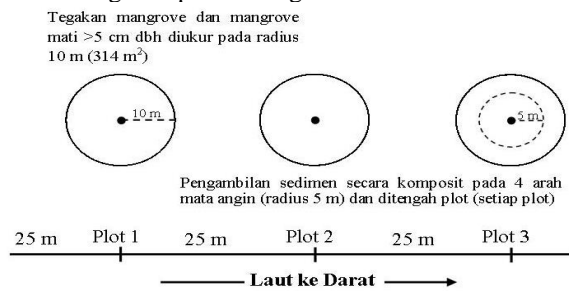
METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2023. Pengambilan data lapangan dilakukan di Hutan Mangrove Desa Sukamandi, Kecamatan Damar, Kabupaten Belitung Timur. Analisis sampel dilakukan di laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Lokasi penelitian dapat dilihat pada pada Gambar 1. Sebagai berikut:

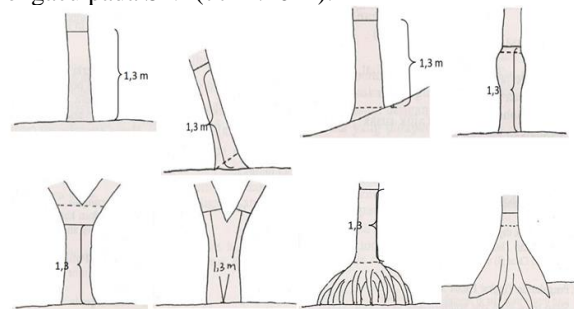


Metode pengambilan data dilapangan menggunakan *systematic sampling method*, dimana penempatan plot sampling memiliki jarak yang teratur antar plot dari laut ke darat. Identifikasi jenis mangrove menggunakan panduan dari Noor *et al* (2006). Pengambilan data dilakukan pada seluruh pohon yang ada di dalam plot. Adapun plot yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari Donato *et al* (2012) dengan menggunakan plot berbentuk lingkaran berdiameter 20 m dengan jarak antar plot sejauh 25 m. Ukuran plot berdiameter 20 m ($r = 10 \text{ m}$, $A = 314 \text{ m}^2$) untuk mengukur pohon dengan ukuran diameter > 5 cm.



Gambar 2. Bagan Plot Sampel

Pengukuran kerapatan vegetasi mangrove dan estimasi biomassa pohon dilakukan dengan metode sampling tanpa pemanenan (*nondestructive*), dengan mengukur semua diameter *at breast height* (DBH 1,3 m). Pengukuran diameter mangrove setinggi dada di lapangan mengacu pada SNI (7724:2011).



Gambar 3. Pengukuran DBH (1,3 m) pada berbagai kondisi pohon

Analisis Data

Kerapatan Jenis (Di)

Kerapatan jenis (D_i) merupakan jumlah tegakan jenis ke-1 dalam suatu unit area. Penentuan kerapatan jenis dapat dihitung menggunakan persamaan (Bengen, 2000) berikut:

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan :

- D_i : Kerapatan jenis (ind/m^2)
- n_i : Jumlah total tegakan jenis i
- A : Luas total plot (m^2)

Above Ground Biomass

Penentuan biomassa atas permukaan dalam penelitian ini menggunakan model *alometrik* untuk setiap jenisnya. yang disajikan pada Tabel 2. berikut ini

Tabel 2. Model *alometrik above ground biomass*

Jenis Spesies	Model Alometrik
---------------	-----------------

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, guna mendapatkan hasil penelitian yang benar, ditampilkan pada (Tabel 1.) sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat	Kegunaan
1.	Alat Pelindung Diri	Melindungi diri di lapangan
2.	Alat Tulis GPS	Mencatat hasil penelitian Menentukan titik koordinat lokasi
3.	Handphone	Media dokumentasi selama penelitian
4.	Lembar Kerja	Menulis data mangrove
5.	Meteran Jahit	Mengukur diameter batang mangrove
6.	Panduan Identifikasi Mangrove	Mengidentifikasi jenis mangrove
7.	Pilox	Sebagai penanda pada batang
8.	Plastik Sampel	Sebagai wadah sampel
9.	Roll Meter	Mengukur panjang luasan stasiun
10.	Tali Rafia	Plot pemantauan diameter 20 m

Metode Penelitian

Penentuan titik stasiun dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu menentukan lokasi secara sengaja dengan memperhatikan dan mempertimbangkan kondisi di lokasi penelitian (Fachrul, 2007). Dimana pada penelitian ini terdapat IV titik stasiun yang terbagi menjadi tiga plot pengukuran yang dianggap mewakili kerapatan vegetasi mangrove di Desa Sukamandi. Stasiun I dekat dengan sungai, bekas tambak dan daerah wisata, stasiun II berada di tepi dekat dengan sungai dan merupakan daerah pertambangan, stasiun III berada di tepi dan dekat dengan pantai, dan stasiun IV berada di tepi dan merupakan daerah pertambangan.

Pengambilan Vegetasi Tegakan dan Biomassa Mangrove

<i>Bruguiera cylindrical</i>	$B = 0,251 * p * DBH^{2,46}$
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	$B = 0,0754 * p * DBH^{2,505}$
<i>Ceriop tagal</i>	$B = 0,251 * p * DBH^{2,46}$
<i>Lumnitzera littorea</i>	$B = 0,251 * p * DBH^{2,46}$
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,235 * DBH^{2,42}$
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,1466 * DBH^{2,3136}$
<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0,9789 * DBH^{2,6848}$
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	$B = 0,825 * p * DBH^{0,89}$
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,825 * p * DBH^{0,89}$
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0,1832 * DBH^{2,21}$

Keterangan :

- B : Biomassa (Kg)
- p : Berat jenis tumbuhan (gr/cm³)
- DBH : Diameter pohon setinggi dada atau 1,3 m (cm)

Tabel 3. Berat Jenis Mangrove

Jenis Spesies	Berat Jenis (g/cm ³)
<i>Bruguiera cylindrical</i>	0,870
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0,699
<i>Ceriop Tagal</i>	0,746
<i>Lumnitzera racemosa</i>	0,727
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	0,685
<i>Sonneratia alba</i>	0,475

Stok Karbon Biomassa

Perhitungan stok karbon dari biomassa mengacu pada SNI (7724:2011) menggunakan rumus sebagai berikut:

Tabel 4. Struktur Jenis Mangrove

Suku	Nama Spesies	Nama Lokal	Stasiun			
			1	2	3	4
Combretaceae	<i>Lumnitzera littorea</i>	Teruntum	-	+	+	-
Lythraceae	<i>Sonneratia alba</i>	Perepat	+	-	+	-
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyire	-	+	+	+
	<i>Bruguiera cylindrica</i>	Bakau Putih	+	+	-	-
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Bakau Merah	+	-	+	-
	<i>Ceriops tagal</i>	Tingi	+	-	+	+
	<i>Rhizophora Apiculata</i>	Bakau	+	+	+	+
	<i>Rhizophora mucronata</i>	Bakau	+	-	+	+
	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau	-	-	+	-
Rubiaceae	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	Duduk Rambat	-	+	-	+

Keterangan : (+) ditemukan, (-) tidak ditemukan

Tabel 5. Kerapatan, *aboveground biomass*, *belowground biomass* dan simpanan karbon

Stasiun	Renge DBH (Cm)	Jumlah Pohon (Ind)	Kerapatan (Ind/ha)	<i>aboveground biomass</i> (Ton/ha)	Simpanan karbon (Ton/ha)
I	43,8-1,6	331	3.514	714,46	335,80
II	41,4-1,3	186	1.975	58,48	27,48
III	52,2-0,6	456	4.841	1.167,34	548,65
IV	58,0-1,9	183	1.943	97,08	45,63
Total		1.156	12.273	2.037,36	957,56
Rerata		289	3.068	509,34	239,39

Struktur Jenis Mangrove

Komposisi jenis mangrove terbanyak ditemukan pada stasiun III yaitu sebanyak 8 spesies dengan nilai kerapatan sebesar 4.841 ind/ha. Pada stasiun I ditemukan 6 spesies mangrove dengan nilai kerapatan 3.514 ind/ha. Sedangkan pada stasiun II dan IV ditemukan 5 spesies mangrove dengan nilai kerapatan berturut-turut sebesar 1.975 ind/ha dan 1.943 ind/ha. Berdasarkan Kepmen LH

$$C_b = B \times \% C_{org}$$

Keterangan :

- C_b : Kandungan karbon dari biomassa (Kg)
- B : Total biomassa/Biomassa organik (Kg)
- %C_{org} : Nilai persentase kandungan karbon (0,47)

Cadangan Karbon Biomassa

Penghitungan cadangan karbon per hektar untuk *above ground biomass* dan *below ground biomass* menggunakan persamaan sebagai berikut (SNI 7724:2011):

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{L_{plot}}$$

Keterangan :

- C_n : Kandungan karbon/hektar pada masing-masing *carbon pool*/plot (ton/ha)
- C_x : Kandungan karbon pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (Kg)
- L_{plot} : Luas plot (m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Adapun hasil analisis data dalam penelitian estimasi stok karbon pada ekosistem mangrove di Desa Sukamandi, Kabupaten Belitung Timur didapatkan hasil sebagai berikut:

Nomor 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove. Dimana mangrove dengan kerapatan >1.500 ind/ha termasuk kriteria sangat padat, ≥ 1000 - < 1500 ind/ha termasuk dalam kriteria sedang dan mangrove dengan kerapatan < 1000 ind/ha termasuk kriteria jarang. Berdasarkan hal tersebut, penghitungan nilai kerapatan jenis dapat

dikatakan bahwa, kerapatan ekosistem mangrove di Desa Sukamandi dalam kriteria kerapatan Sangat Padat.

Secara umum komposisi vegetasi di kawasan Hutan Mangrove Desa Sukamandi didominasi oleh suku *Rhizophoraceae*. Menurut Farhaby (2019), jenis *Rhizophora* umumnya banyak ditemukan pada substrat lumpur berpasir. Hal ini dikarenakan kemampuannya dalam beradaptasi dengan pasang surut dan mampu bertahan jika ada perubahan lingkungan secara tiba-tiba. Selain itu, menurut Silaen, *et al.*, (2013) famili *Rhizophoraceae* mampu beradaptasi terhadap faktor-faktor lingkungan, lebih baik bila dibandingkan dengan spesies lainnya. Setyawan *et al.*, (2005) menyatakan bahwa, *Rhizophora* sp. umumnya memiliki adaptasi yang lebih tinggi dan propagul jenis tersebut umumnya telah tumbuh sejak masih menempel pada induknya (vivipar) sehingga tingkat keberhasilan pertumbuhan menjadi lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat 5 famili dengan 10 spesies yang ditemukan pada ekosistem mangrove di Desa Sukamandi, yang terdiri dari *Lumnitzera littorea*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora Apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora stylosa* dan *Scyphiphora hydrophyllacea* yang ditemukan pada IV stasiun penelitian. Berdasarkan penelitian Irawan, A. (2020), ditemukan 17 spesies mangrove yang terdiri dari 9 famili pada ekosistem hutan mangrove Desa Sukamandi. Berbedanya jumlah mangrove dan famili yang ditemukan diduga adanya perbedaan plot pengamatan yang dilakukan.

Biomassa Tegakan Mangrove

Penyusun utama dari biomassa adalah senyawa penyusun karbohidrat yang terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang dihasilkan melalui proses fotosintesis tanaman. Hasil penghitungan *aboveground biomass* (AGB) di setiap stasiun penelitian disajikan pada Tabel 5 dengan nilai rerata *aboveground biomass* sebesar 509,34 ton/ha. Dimana stasiun III memiliki nilai biomassa tertinggi yaitu sebesar 1.167,34 ton/ha (AGB). Hal ini dikarenakan pada stasiun III didominasi oleh jenis *Rhizophora* sp. Mangrove jenis *Rhizophora* sp. tumbuh di daerah belumpur dengan adaptasi akar yang berbentuk tunjang. Salah satu fungsi akar tunjang pada jenis mangrove ini adalah untuk menyerap udara pada kondisi miskin oksigen, semakin sedikit kandungan oksigen maka akan meningkatkan jumlah dan tinggi akar tunjang (Suryono, S. *et al.*, 2018). Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Heriyanto dan Subandono (2012) dan Rachmawati *et al.*, (2014) nilai biomassa dari jenis *Rhizophora* sp. lebih besar dibandingkan jenis mangrove yang lain. Sedangkan nilai biomassa terendah pada stasiun II yaitu sebesar 58,48 ton/ha (AGB). Hal ini terjadi karena ukuran diameter (*diameter at breast height*, DBH) pada lokasi II merupakan yang terkecil dibandingkan dengan lokasi lainnya. Berbedanya nilai biomassa di atas permukaan dan biomassa bawah permukaan pada masing-masing stasiun bervariasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh diameter (DBH), tinggi tanaman, kerapatan kayu dan kesuburan tanah, serta usia pohon tersebut pada masing-masing stasiun. Menurut Rachmawati *et al.* (2014) kandungan

biomassa mangrove dipengaruhi oleh kerapatan, diameter, jenis, dan *wood density* mangrove.

Stok Karbon Tegakan Mangrove

Stok karbon menggambarkan seberapa besar suatu pohon dalam menyimpan karbon. Besar kecilnya stok karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada jumlah biomassa yang terkandung pada pohon, kesuburan tanah dan daya serap vegetasi tersebut (Ati *et al.*, 2014). Hasil perhitungan stok karbon pada tegakan mangrove di Desa Sukamandi, Kabupaten Belitung Timur dalam ton/ha disajikan pada Tabel 5. dengan rerata simpanan karbon pada tegakan sebesar 239,39 ton/ha. Dengan simpanan karbon tegakan mangrove terbesar pada stasiun III yaitu sebesar 548,65 ton/ha. Sedangkan nilai simpanan karbon tegakan mangrove terendah pada stasiun II yaitu sebesar 27,48 ton/ha. Berdasarkan penelitian Al-Reza, *et al.*, (2017) 47% dari biomassa adalah karbon. Semakin tinggi nilai biomassa, maka akan semakin tinggi simpanan karbonnya. Menurut Heriyanto dan Subandono (2012) 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. Selain itu, kerapatan mangrove mempunyai keterikatan terhadap kandungan karbon mangrove, semakin tinggi kerapatan semakin tinggi pula kandungan karbonnya (Kurniawan *et al.*, 2019). Nilai stok karbon pada ekosistem mangrove di Desa Sukamandi lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Karyati, *et al.*, (2021) di Kabupaten Belitung dengan simpanan karbon sebesar 182,59 ton/ha. Nilai stok karbon tegakan mangrove di Desa Sukamandi lebih kecil dibandingkan pada penelitian Syafa'ati, R., (2022) di Desa Kurau Timur dengan cadangan karbon tersimpan sebesar 2.722,94 ton/ha. Perbedaan yang terjadi diduga karena perbedaan kerapatan, diameter dan tingkat kesuburan tanah pada lokasi penelitian.

Melihat tingginya potensi ekosistem mangrove sebagai ekosistem *Blue Carbon* serta Peran mangrove sebagai salah satu jasa ekosistem serta memiliki nilai ekonomi yang cukup besar. Sehingga perlu adanya pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan sebagai upaya untuk menyerap dan menyimpan emisi yang terlepas dari lautan dan udara. Mendayagunakan fungsi-fungsi ekosistem dengan memberdayakan masyarakat sekitar untuk senantiasa menjaga ekosistem tersebut serta berkolaborasi antar level pemerintah dan masyarakat. Selain itu, secara tidak langsung, dengan adanya mekanisme perdagangan karbon yang telah didengungkan melalui Perpres No. 98 tahun 2021 tentang nilai ekonomi karbon (NEK), menjadikan sugesti dan bonus besar bagi pihak yang mampu menjaga kelestarian hutannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai estimasi stok karbon pada ekosistem mangrove di Desa Sukamandi, kabupaten Belitung Timur. Terdapat 5 suku mangrove yang terdiri dari 10 spesies mangrove yang terdiri dari *Lumnitzera littorea*, *Sonneratia alba*, *Xylocarpus granatum*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora Apiculata*, *Rhizophora mucronata*,

Rhizophora stylosa dan *Scyphiphora hydrophyllacea* yang ditemukan pada IV stasiun penelitian. Kerapatan vegetasi jenis mangrove tertinggi pada stasiun III yaitu sebesar 4.841 ind/ha, stasiun I sebesar 3.514 ind/ha. Sedangkan pada stasiun II dan IV berturut-turut sebesar 1.975 ind/ha dan 1.943 ind/ha dengan kriteria Sangat Padat. Nilai rerata biomassa tegakan mangrove sebesar 509,34 ton/ha. Sedangkan nilai rerata simpanan karbon tegakan mangrove sebesar 239,39 ton/ha.

REFERENSI

Al-Reza, D. D., Hermawan, dan Prasetyo, L. B. (2017). Potensi Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Di Taman Hutan Raya Pancoran Mas Depok. *Media Konservasi*, 22(1), 71-78.

Ati, R. N. A., Rustam, A., Kepel, T. L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., & Hutahaean, A. A. 2014. Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai *Blue Carbon* di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2), 119-127.

Bengen, D. G. 2000. *Pedoman Teknis dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. PKSPL-IPB. Bogor

Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kanninen, M. 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *Brief Cifor*, 12:1-10.

Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Farhaby AM, Safitri Y, Wilanda M. 2020. Kajian Awal Kondisi Kesehatan Hutan Mangrove Di Desa Mapur Kabupaten Bangka. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 11(2): 108-117.

Farhaby, A.M. & Utama, A.U. 2019. analisis produksi serasah mangrove di Pantai Mang Kalok Kabupaten Bangka. *Jurnal Enggano*, 4(1):1-11.

Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. 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):023-032.

Hermon, D. , Putra, G. A., Oktorie, O., 2018. The Model of Mangrove Land Cover Change for the Estimation of Blue Carbon Stock Change in Belitung Island - Indonesia. 3(2), *International Journal of Applied Environmental Sciences*. 13(2). 191-202.

Irawan, A. 2020. Keanekaragaman dan zonasi flora mangrove di pulau belitung. [TESIS] sekolah pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

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.

Karyati, I. D., Acacia Z., Araminta M., Dadan Z., Hendra I, 2021. Estimasi Karbon Pada Mangrove Di Kabupaten Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*. 3 (1) : hal. 43-51

Kepmen LH Nomor 201 Tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove

Kurniawan, A., Sari, S. P., Asriani, E., Kurniawan, A., Sambah, A. B., Triswiyana, I., & Prihanto, A. A. 2019. Kapasitas Hidrolisis Bakteri Pendegradasi Selulosa Dari Ekosistem Mangrove. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(2), 76–82.

Mukherjee, N., Sutherland, W. J., Dicks, L., Hugé, J., Koedam, N., & Dahdouh- Guebas, F. 2014. Ecosystem Service Valuations Of Mangrove Ecosystems To Inform Decision Making And Future Valuation Exercises. *PLoS ONE*, 9(9), 1–9.

Noor Y. R. Khazali INN. Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia*. PHK/WI-IP, Bogor.

Peraturan Presiden Nomor 98 tahun 2021 tentang nilai ekonomi karbon (NEK).

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN. 2022. *Sebaran Perubahan Hutan Mangrove Indonesia Tahun 2017*. SPBN Pusfatja. <http://spbn.pusfatja.lapan.go.id> [diakses pada 27 Juni 2022]

Rachmawati, D., Setyobudiandi, I., & Hilmi, E. 2014. Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Omni Akuatika*, 10 (2) : 85-91.

Setyawan, A.D., Indrowuryatno, Wiryanto, Winarno, K., Susilowat, A. 2005. *Tumbuhan Mangrove Di Pesisir Jawa Tengah: 1. Keanekaragaman Jenis*. Jurusan Biologi Fmipa Uns Surakarta. Vol 6 No.2.

Silaen, I. F, Boedi H dan Mustofa N S. 2013. Distribusi dan Kelimpahan Gastropoda pada Hutan Mangrove Teluk Awur Jepara. Universitas Diponegoro, Semarang. *Journal of Management of Aquatic Resources*. 2(3): 93-103.

SNI 7724 Tahun 2011. *Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon ; Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan*. Badan Standarisasi Nasional.

Supriharyono, S., D. Setiyowati, and I. Triarso, 2017. Valuasi Ekonomi Sumberdaya Mangrove Di Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Economic Valuation of Mangrove Resources in the Mangunharjo Village Tugu Sub District, Semarang City," *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 67-74.

Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R., & Rozy, E. F. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 1-8.

Syafa'ati, R., 2022 Estimasi Cadangan Karbon Tersimpan Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Desa Kurau Timur Kabupaten Bangka Tengah. [SKRIPSI] Universitas Bangka Belitung.