



Struktur Komposisi dan Estimasi Cadangan Karbon Tegakan Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang, Banten

Wiwid Andriyani Lestariningsih^{1*}, Muhamad Gilang Arindra Putra², Aulia Rahmania Putri³, Budi Prabowo⁶, Fadel Muhammad⁴, Prakas Santoso³, Cakra Adiwijaya⁵, Idris⁵, Wahyu Ayu Setyaningsih³, Dea Fauzia Lestari³, Neviaty Putri Zamani³

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Mataram, NTB

²Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Lampung, Lampung

³Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat

⁴Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Padang, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut KKP

⁵Yayasan Terumbu Karang Indonesia (Terangi), Depok Jawa Barat

⁶Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat

*wiwid_lestariningsih@unram.ac.id

Abstract: *The mangrove ecosystem is a coastal ecosystem that is important for humans. Mangroves absorb carbon in the atmosphere and store it in biomass or sediment. So, in other words, mangroves play a significant role in mitigating global climate change. This study aimed to examine the structure of the mangrove ecosystem composition and estimate standing carbon stocks on Sangiang Island, Banten. The data taken was for the categories of trees, saplings, and seedlings (consisting of mangrove species, DBH, and height). The study was conducted at three stations with three replications for each station. The allometric formula obtained the estimated carbon stock from the stand biomass value. The results showed that 11 species of mangrove species were found with an average density of 1266 ind/ha (trees), 3733 ind/ha (saplings), and <70% (seedlings). Then the estimated average carbon stock in Sangiang Island, Banten is 271.29 tons/ha.*

Keyword: *Allometric, Biomass, Coastal, Sediment*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove berdampak penting bagi manusia maupun bagi ekosistem di sekitarnya. Persebaran ekosistem mangrove berada pada wilayah dengan salinitas yang rendah hingga ke wilayah yang berhadapan langsung dengan garis pantai dengan salinitas tinggi. Ekosistem mangrove memiliki banyak manfaat sebagai pelindung wilayah pantai, sumber unsur hara, dan digunakan oleh berbagai organisme sebagai tempat untuk memijah atau mencari makan. Menurut Ati *et al.* (2014) dan Amanda *et al.* (2021) mangrove berfungsi untuk menyerap karbon di atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa atau sedimen, sehingga dengan kata lain mangrove berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim global.

Secara global sebanyak 20%-35% mangrove di dunia sudah semakin berkurang dan terus berkurang setiap tahunnya sekitar 1% (Polidoro *et al.* 2010). Wilayah Indonesia termasuk ke dalam salah satu wilayah pusat keanekaragaman mangrove di dunia, namun sangat disayangkan terjadi penurunan luasan mangrove di Indonesia secara berkala. Diperkirakan terjadi penurunan tutupan mangrove sebanyak 40% yang terjadi dalam kurun waktu tahun 1997-2005, yang diakibatkan oleh alih fungsi lahan untuk kegiatan budidaya dan sebagainya

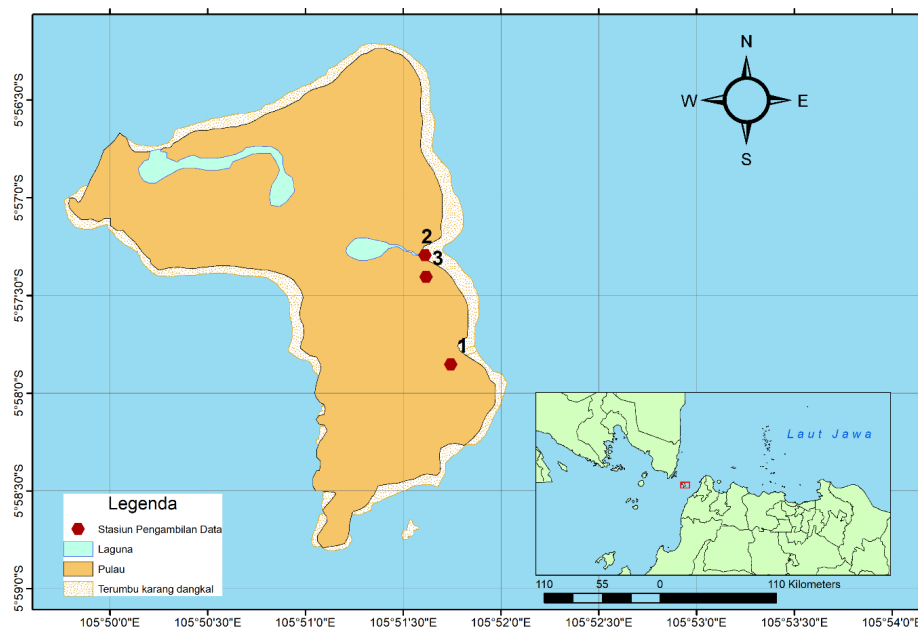
(Asadi *et al.*, 2018). Penurunan tutupan ekosistem mangrove merupakan salah satu masalah yang penting untuk diperhatikan, mengingat ekosistem mangrove memiliki fungsi kunci baik secara ekonomi maupun ekologi.

Pulau Sangiang, Banten merupakan pulau dengan ekosistem mangrove yang beranekaragam. Memiliki kawasan mangrove yang terjaga dengan luasan kurang lebih 200 Ha (Rusly, 2007). Penduduk pulau Sangiang tidak banyak memanfaatkan secara langsung mangrove yang ada, sehingga tutupan mangrove cukup terjaga di pulau ini. Hal tersebut dikarenakan kawasan tersebut merupakan kawasan lindung di bawah pengawasan BKSDA Jawa Barat, sehingga aktivitas masyarakat dapat diawasi. Dengan demikian, penelitian terbaru mengenai kondisi baik itu kerapatan dan cadangan karbon tegakan mangrove di pulau Sangiang perlu dilakukan. Data terbaru ini berharap bisa memberikan informasi kepada pemangku kepentingan dan masyarakat dalam hal pengelolaan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 22 Mei 2019 di pulau Sangiang, Banten dengan 3 stasiun penelitian. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1. Stasiun 1 terletak agak jauh dari sungai dan pinggir pantai, Stasiun 2 terletak dekat dengan sungai, dan Stasiun 3 terletak persis di pinggir pantai.



Gambar 1. Peta Lokasi Stasiun Pengambilan Data di Pulau Sangiang, Banten

Prosedur Penelitian

Prosedur pengambilan data mangrove di lapangan menggunakan metode dari Arikunto (2010) dan identifikasi spesies menggunakan Kitamura *et al.* (1997). Data yang diambil adalah data mangrove untuk kategori pohon, anakan, dan semai (terdiri dari spesies mangrove, DBH (*Diameter at Breast Height*), dan tinggi). Semua data dicatat berdasarkan stasiun masing-masing, dimana setiap stasiun dilakukan tiga kali ulangan

Analisis Data

Data struktur komposisi ekosistem mangrove kategori pohon, anakan, dan semai dianalisis menggunakan metode Mueller-Dumbois dan Ellenberg (1974) terdiri dari Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominansi Relatif (DR), Indeks Nilai Penting (INP), Keanekaragaman (H'), dan Keseragaman (J'). Beberapa komponen komposisi

ekosistem mangrove tersebut sangat penting untuk diukur untuk melihat apakah ada perubahan data struktur komposisi ekosistem mangrove di pulau Sangiang, Banten. Selain itu, data tersebut juga digunakan untuk mendukung data estimasi cadangan karbon. Nilai estimasi cadangan karbon tegakan menggunakan metode perhitungan allomatrik, dimana nilai biomassa tegakan per spesies kategori pohon harus diketahui terlebih dahulu. Berikut persamaan allomatrik yang digunakan dalam penelitian, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan Allomatrik

No	Spesies	Persamaan Allomatrik	Referensi
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.1466 D^{2.3136}$	Fromard et al. 1998
2	<i>R. stylosa</i>	$B = 0.9789 D^{2.6848}$	Mayuftia, 2013
3	<i>R. apiculata</i>	$B = 0.043 D^{2.63}$	Komiyama et al. 2008
4	<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0.1832 D^{2.21}$	Talan, 2008
5	<i>Phemphis acidula</i>	$B = 0.251 \rho (D)^{2.46}$	Komiyama et al. 2005
6	<i>Lumnitzera racemosa</i>	$B = 0.251 \rho (D)^{2.46}$	Komiyama et al. 2005
7	<i>Scyphiphora hydrophylacaea</i>	$B = 0.251 \rho (D)^{2.46}$	Komiyama et al. 2005

B= Biomassa; ρ = Berat jenis tumbuhan; D= Diameter kategori pohon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur dan Komposisi Ekosistem Mangrove

Struktur Struktur dan komposisi ekosistem mangrove sangat ditentukan oleh substrat dasar tempat mangrove tersebut tumbuh. Berdasarkan tiga titik stasiun pengambilan data, didapatkan jenis substrat yang berbeda di tiap stasiun. Stasiun 1 memiliki substrat lumpur berpasir, stasiun 2 memiliki substrat pasir, dan stasiun 3 memiliki substrat lumpur. Perbedaan substrat di masing-masing pengamatan dikarenakan letak yang berbeda, yakni terdapat stasiun yang dekat dan jauh dari aliran sungai. Stasiun 1 Komposisi spesies mangrove pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Spesies Mangrove yang Hidup pada Setiap Lokasi Pengamatan Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang, Banten

Family	No	Spesies	Nama Lokal	*Kelompok
Rhizophoraceae	1	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau	Mayor
	2	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau	Mayor
	3	<i>Rhizophora lamarckii</i>	Bakau	Mayor
	4	<i>Rhizophora mucronata</i>	Bakau	Mayor
	5	<i>Ceriops decandra</i>	Tingi	Mayor
Sonneratiaceae	6	<i>Sonneratia alba</i>	Padada	Mayor
Combretaceae	7	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Saman-sigi	Mayor
Meliaceae	8	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyirih	Minor
	9	<i>Xylocarpus mollucensis</i>	Nyirih	Minor
Lythraceae	10	<i>Pemphis acidula</i>	Sentigi	Minor
Rubiaceae		<i>Scyphiphora</i>	Duduk-	Minor
	11	<i>hydrophyllacea</i>	rambat	

Keterangan: (*) Pengelompokan berdasarkan Tomlinson (1994).

Tabel 1 menunjukkan bahwa Pulau Sangiang memiliki 6 family mangrove yang terdiri dari 11 spesies dengan kategori mayor dan minor. Untuk melihat sebaran spesies pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 3. Ekosistem mangrove pulau Sangiang, Banten didominasi oleh mangrove kelompok mayor, yakni mangrove dengan membentuk tegakan murni. Kemudian kelompok yang lainnya adalah mangrove kelompok minor, yakni mangrove yang tidak membentuk tegakan murni. Hal ini dipengaruhi oleh salah satunya terdapat aliran

sungai yang mempengaruhi substrat. Substrat inilah yang secara tidak langsung mempengaruhi spesies mangrove (pengelompokkan mangrove).

Tabel 3. Jenis Mangrove Kategori Pohon, Anakan, dan Semai yang Terdapat pada Semua stasiun Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang

Family	Spesies	Keterangan		
		St1	St2	St3
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	+	-	+
	<i>Rhizophora stylosa</i>	+	+	+
	<i>Rhizophora lamarckii</i>	-	+	-
	<i>Rhizophora mucronata</i>	-	+	+
	<i>Ceriops decandra</i>	-	-	-
Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>	-	-	-
Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i>	-	+	-
Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	+	+	+
	<i>Xylocarpus mollucensis</i>	+	-	-
Lythraceae	<i>Pemphis acidula</i>	+	+	-
Rubiaceae	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	-	+	-

Keterangan: (+) = ditemukan; (-) = tidak ditemukan ; St = Stasiun

Sebaran spesies pada masing-masing stasiun pada Tabel 3 menunjukkan stasiun 2 memiliki spesies terbanyak, setelah itu dilanjutkan dengan stasiun 1, dan stasiun 3 memiliki banyak spesies terendah. Selain itu untuk melihat kerapatan, basal area, kerapatan relatif, dominansi relatif, dan indeks nilai penting kategori pohon pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominansi Relatif (DR),

dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk Setiap Spesies pada Kategori Pohon Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang

Stasiun	K (Ind/ha)	BA (m ² /ha)	KR (%)	DR (%)	INP (%)
1	1100	1,03	100	100	200
2	1467	1,57	100	100	200
3	1233	0,4	100	100	200

Stasiun 2 memiliki kerapatan dan basal area tertinggi yakni dengan nilai 1467 ind/ha dan 1,57 m²/ha, stasiun 3 memiliki kerapatan tertinggi kedua namun memiliki basal area terendah yakni 1233 ind/ha dan 0,4 m²/ha, dan stasiun 1 memiliki kerapatan tertinggi dengan basal area tertinggi kedua yakni 1100 ind/ha dan 1,03 m²/ha. Selain itu untuk melihat indeks keanekaragaman dan keseragaman kategori pohon pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') pada Kategori Pohon di Ekosistem Mangrove Pulau Sangiang

Stasiun	Keanekaragaman		Keseragaman	
	H'	Kategori*	J'	Kategori**
1	0,61	Rendah	0,09	Tinggi
2	0,66	Rendah	0,09	Tinggi
3	0,25	Rendah	0,03	Rendah

Keterangan: (*) Shannon-Wiener; (**) Krebs

Keanekaragaman pada semua stasiun berkategori rendah sedangkan keseragaman di stasiun 1 dan 2 berkategori tinggi. Tabel 6 menunjukkan nilai kerapatan, basal area, kerapatan relatif, dan indeks nilai penting di semua stasiun pada kategori anakan.

Tabel 6. Nilai Kerapatan (K), Basal Area (BA), Kerapatan Relatif (KR), Dominasi Relatif (DR), dan Indeks Nilai Penting (INP) untuk Setiap Spesies pada Kategori Anakan Ekosistem Mangrove di Pulau Sangiang

Stasiun	K (Ind/ha)	BA (m ² /ha)	KR (%)	DR (%)	INP (%)
1	4000	0,004	100	100	200
2	1600	0,002	100	100	200
3	5600	0,003	100	100	200

Kerapatan tertinggi untuk kategori anakan adalah pada stasiun 3 dengan nilai 5600 ind/ha. Sedangkan yang terendah adalah pada stasiun 2 dengan nilai 1600 ind/ha. Tabel 7 menunjukkan indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman pada kategori anakan di semua stasiun.

Tabel 7. Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') pada Kategori Anakan di Ekosistem Mangrove Pulau Sangiang

Stasiun	Keanekaragaman		Keseragaman	
	H'	Kategori*	J'	Kategori**
1	0,65	Rendah	0,08	Tinggi
2	0,45	Rendah	0,06	Tinggi
3	0,32	Rendah	0,04	Rendah

Keterangan: (*) Shannon-Wiener; (**) Krebs

Berdasarkan Tabel 7, semua stasiun pada kategori anakan adalah rendah yakni dengan nilai 0,65, 0,45, dan 0,32. Sedangkan keseragaman anakan di stasiun 1 dan 2 berkategori tinggi dengan nilai 0,08 dan 0,06.

Tabel 8. Spesies dan Kerapatan pada Kategori Semai di Ekosistem Mangrove Pulau Sangiang

Stasiun	Spesies	Kerapatan
1	<i>R. apiculata</i>	10-25%
2	<i>R. lamarcki</i>	25-50%
3	<i>R. apiculata</i>	5-10%
	<i>R. mucronata</i>	50-70%

Tabel 8 menunjukkan kerapatan semai pada semua stasiun. Kerapatan tertinggi ditemukan di stasiun 3 pada spesies *R. Mucronata* yakni 50-70%. Berdasarkan pengamatan di lapangan, ekosistem mangrove di Pulau Sangiang masih tergolong alami. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya 11 spesies mangrove kategori mayor dan minor. Jumlah dan jenis spesies mangrove dipengaruhi oleh jarak dari pantai, substrat, dan lingkungan. Lingkungan bersubstrat pasir memiliki spesies yang lebih beranekaragam jika dibandingkan dengan substrat lumpur berpasir dan substrat lumpur. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya 7 spesies mangrove

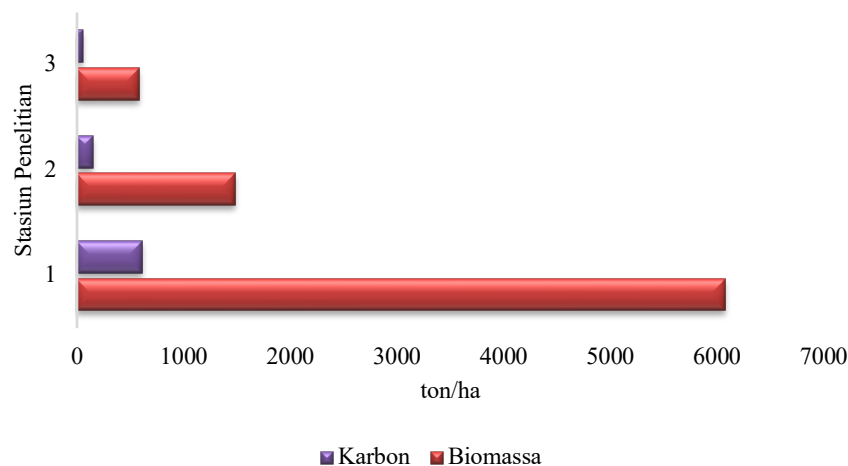
pada stasiun 2 yang memiliki substrat berpasir, dan hanya ditemukan 4 spesies mangrove saja pada stasiun 3 yang memiliki substrat lumpur (Tabel 3).

SK Men. LH no 201 tahun 2004 untuk kriteria baku kerusakan mangrove dan pedoman pemantauan kerusakan mangrove, mengkategorikan kerapatan mangrove menjadi tiga kategori yakni jarang < 1000 Ind/ha, sedang ≥ 1000 -<1500 Ind/ha, dan sangat padat yakni ≥ 1500 Ind/ha. Berdasarkan hal ini, kerapatan mangrove di Pulau Sangiang berada dalam kategori sedang yang berarti masih berada dalam kondisi baik (Tabel 4). Sementara kerapatan anakan berada dalam kategori sangat padat (Tabel 6) yang berarti kondisi anakan mangrove di Pulau Sangiang masih sangat baik.

Jenis spesies mangrove yang berperan penting di Pulau Sangiang, adalah spesies *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus granatum*. Hal ini terlihat dari kemunculan kedua spesies ini di setiap stasiun pengamatan (Tabel 3). Pentingnya peranan mangrove ini dapat menjelaskan bahwa jenis mangrove ini dapat beradaptasi dengan baik dan mampu bersaing dengan lingkungan dan jenis lainnya (Renta *et al.* 2016).

Biomassa dan Estimasi Cadangan Karbon pada Tegakan Mangrove

Nilai biomassa dan estimasi cadangan karbon tegakan mangrove di pulau Sangiang, Banten dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa tingginya nilai cadangan karbon tegakan mangrove diikuti oleh tingginya nilai biomassa tiap stasiunnya. Stasiun 1 memiliki nilai biomassa dan cadangan karbon tegakan tertinggi yakni sebesar 6073,81 ton/ha dan 607,38 ton/ha. Diikuti oleh stasiun 2 dengan nilai biomassa dna cadangan karbon tegakan 1482,94 ton/ha dan 148,29 ton/ha. Kemudian stasiun 3 memiliki biomassa dan cadangan karbon terendah dengan nilai 581,95 ton/ha dna 58,19 ton ha.



Gambar 2. Biomasa dan Estimasi Cadangan Karbon Tegakan Mangrove di Ekosistem Mangrove Pulau Sangiang, Banten

Tingginya nilai cadangan karbon tiap stasiun dipengaruhi secara langsung oleh nilai biomassa, karena nilai biomassa merupakan salah satu bentuk simpanan karbon yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Menurut Lestariningsih *et al.* (2018), bahwa nilai cadangan karbon pada tegakan dipengaruhi salah satunya oleh biomassa. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian nilai biomassa dan estimasi cadangan karbon tegakan di ekosistem mangrove Timbulsloko, Demak bahwa semakin tinggi nilai biomassa maka semakin tinggi nilai estimasi cadangan karbon di setiap stasiunnya.

Nilai biomassa secara langsung dipengaruhi oleh DBH, semakin tinggi DBH suatu pohon semakin tinggi nilai biomasanya. Stasiun 1 memiliki nilai biomassa tertinggi (6073,08 ton/ha), hal ini dikarenakan rata-rata DBH pohon mangrove di lokasi tersebut cukup tinggi (24,86 cm). Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Lestariningsih *et al.* (2018); Ibrahim

dan Muhsoni (2020); Suryono *et al.* (2018) bahwa semakin tinggi nilai DBH, semakin tinggi nilai biomassa suatu kawasan.

KESIMPULAN

Spesies mangrove di pulau Sangiang, Banten sebanyak 11 spesies (*Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora lamarckii*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops decandra*, *Sonneratia alba*, *Lumnitzera racemosa*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mollucensis*, *Pemphis acidula*, dan *Scyphiphora hydrophyllacea*). Kerapatan rata-rata mangrove di semua stasiun berkisar 1266 ind/ha (pohon), 3733 ind/ha (anakan), dan <70% (semai). Kemudian estimasi cadangan karbon tegakan mangrove rata-rata sebesar 271.29 tons/ha. Pada penelitian ini, tidak ditemukan hubungan yang kuat antara kerapatan mangrove dengan estimasi cadangan karbon tegakan. Nilai estimasi cadangan karbon tegakan mangrove lebih banyak dipengaruhi oleh DBH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah rehabilitasi sekolah pascasarjana IPB dan asisten praktikum lapangan yang telah memberikan arahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda Y, Mulyadi A, Siregar Y I. 2021. Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Batang Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan*. 9 (1): 38-48.
- Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek (Edisi Revisi)*. PT Pemuda Cipta, Jakarta, 172 hlm.
- Asadi M A, Yona D, Saputro S E. 2018. Species Diversity, Biomass, and Carbon Stock Assessments of Mangrove Forest in Labuhan, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1.
- Ati R N A, Rustam A, Kepel T, Sudirman N, Daulat A, Mangindaan P, Salim H L, Hutahahean A A, Kusumaningtyas M A. 2014. *Stok Karbon dan Struktur Komunitas Mangrove Sebagai Blue Carbon di Tanjung Lesung, Banten*. *J Segara*. 10 (2): 119-127.
- Fromard F, Puig H, Mougin E, Marty G, Betoulle JL, Cadamuro L. 1998. *Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana*. *Oecologia* :39-53. Springer-Verlag.
- Ibrahim A, Muhsoni F F. 2020. *Estimasi Stok Karbon Pada Ekosistem Hutan Mangrove Di Desa Lembung Paseser, Kecamatan Sepuluh, Kabupaten Bangkalan*. *Juvenil*. 1 (4): 498-507.
- Kitamura S, Anwar C H, Chaniago A, Baba S. 1997. *Handbook of mangrove in Indonesia, Bali & Lombok. The development of sustainable mangrove management project. Ministry of Forestry Indonesia and Japan International Cooperation Agency*. Jakarta. 119 p.
- Komiyama A, Pongpam S, Karto S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating The Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*. 21(4).
- Komiyama A, Ong JE, Pongpam S. 2008. Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forests A Review. *Aquatic Botany*, 89, 128-137
- Lestariningsih W A, Soenardjo N, Pribadi R. 2019. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa Timbulsloko, Demak, Jawa Tengah. *BULOMA*. 7 (2):121-130.
- Mayuftia R, Hartoko A, Hendarto B. 2013. Tingkat Kerusakan dan Karbon Mangrove dengan Pendekatan Data Satelit NDVI di Desa Sidodadi Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Diponegoro Journal of Maquares*, 2(4), 146–154.
- Muhsoni FF, Sabah AB, Mahmudi M, Wiadnya DGR. 2020. Comparative study of carbon stock in estuarine and oceanic mangrove. *Malaya Nature Journal*, 72(2), 188-199.

- Polidoro B A, Carpenter K E, Collins L, Duke N C, Ellison A M, Ellison J C, Farnsworth, Elizabeth J, Fernando E S, Kathiresan K, Koedam N E, Livingstone S R, Miyagi T, Moore G E, Nam V N, Ong J E, Primavera J H, Salmo S G, Sanciangco J C, Sukardjo S, Wang Y, Yong J W H. 2010. 2010. *The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern*. PLoS ONE 5(4).
- Renta P P, Pribadi R, Zainuri M, Angraini M, Utami F. 2016. Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Mojo Kabupaten Pematang Jaya Tengah. *Jurnal Enggano*. 1 (2): 1-10.
- Rusly A. 2007. Kajian Pengelolaan Mangrove dan Terumbu Karang di Pulau Sangiang, Banten [thesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Suryono, Soenardjo N, Wibowo E, Ario R, Rozy E F. 2018. Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *BULOMA*. 7 (1): 1-8.
- Talan MA. 2008. Persamaan penduga biomassa pohon jenis Nyirih (*Xilocarpus granatum* Koenig. 1784) dalam tegakan mangrove hutan alam di Batu Ampar, Kalimantan Barat. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan IPB Bogor.