

STUDI ESTIMASI SERAPAN KARBONDIOKSIDA BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA MANGROVE DI MUARA TELUK SAMPIT KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Anjasmara¹, Nursalam¹, Ira Puspita Dewi¹

¹ Program Studi Ilmu Kelautan Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Lambung Mangkurat

Corresponding author. Email : 2010716210009@mhs.ulm.ac.id/anjasmara.ulm@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Kotawaringin Timur tepatnya di pesisir Teluk Sampit memiliki luasan wilayah hutan mangrove berkisar 600 hektar menurut Akhmadi (2022). Hutan mangrove di Muara Teluk Sampit memerlukan dukungan dan pencapaian data lingkungan hidup sebagai bentuk upaya terhadap penanganan pemanasan global di dunia. Keadaan hutan mangrove ini juga belum diketahui dan memerlukan kajian lebih mendalam untuk melengkapi data penyerapan karbon belum diketahui dengan pasti sehingga diperlukan kajian untuk mengetahui seberapa besar kandungan karbon terutama pada batang dan daya serap terhadap karbondioksida untuk mengantisipasi pemanasan global serta peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK), baik dari aktivitas perusahaan yang ada maupun aktivitas lainnya. Simpanan karbon yang ada di Muara Teluk Sampit memiliki nilai sebesar 24,99 ton C/ha dengan total simpanan karbon sebesar 14.994 ton C dari luas mangrove 600 Ha. Total serapan CO₂ oleh kawasan mangrove di Muara Teluk Sampit sebesar 55.027,98 ton dari luas wilayah mangrove 600 Ha. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang stok karbon dan estimasi serapannya terhadap karbondioksida pada kawasan mangrove Muara Teluk Sampit Provinsi Kalimantan Tengah.

Kata Kunci: Karbon, Mangrove, Pemanasan Global, Emisi, Sampit, Kalimantan Tengah.

Abstract

East Kotawaringin Regency, precisely on the coast of Sampit Bay, has a mangrove forest area of around 600 hectares according to Akhmadi (2022). Mangrove forests in Muara Teluk Sampit need support and attainment of environmental data as a form of effort to deal with global warming in the world. The condition of this mangrove forest is also unknown and requires a more in-depth study to complete the carbon absorption data which is not yet known with certainty so a study is needed to find out how much carbon content, especially in the stems and the absorption capacity of carbon dioxide, to anticipate global warming and increased Green House Gas (GHG) emissions, both from existing company activities and other activities. The carbon stores in Muara Teluk Sampit have a value of 24.99 tonnes C/ha with a total carbon deposit of 14,994 tonnes C from a mangrove area of 600 Ha. The total CO₂ absorption by the mangrove area in Muara Teluk Sampit is 55,027.98 tonnes from a mangrove area of 600 Ha. This research provides important insights into carbon stocks and estimates of carbon dioxide uptake in the Muara Teluk Sampit mangrove area, Central Kalimantan Province.

Keywords: Carbon, Mangrove, *Global Warming*, Emission, Sampit, Central Kalimantan.

PENDAHULUAN

Pemanasan global yang diikuti oleh perubahan iklim diantaranya disebabkan oleh energi bermuatan besar yang dapat meningkatkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terutama gas CO₂ (karbondioksida) serta jenis gas lainnya. Jumlah penduduk yang padat membuat CO₂ di atmosfer semakin bertambah dikarenakan aktivitas yang dihasilkan manusia semakin meningkat setiap harinya. Apabila populasi tanaman yang berperan sebagai penyerap CO₂ mengalami penurunan maka CO₂ di atmosfer akan berlimpah dan akan menyebabkan pemanasan global (Rustam dkk, 2015).

Dokumen NDC (2021) mengatakan Pemerintah berupaya pada sektor energi, penggunaan lahan serta kehutanan dapat berkontribusi lebih banyak terhadap target kestabilan emisi. Upaya ini merupakan kebijakan dalam pencapaian permasalahan yang terjadi. Penerbitan Perpres No. 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon upaya Pencapaian Target Kontribusi yang ditetapkan secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dalam Pembangunan Nasional (Perpres NEK). Dalam Pasal 47 mengatakan bahwa penyelenggaraan NEK diantaranya dilakukan melalui operasional Perdagangan Karbon, yakni upaya berbasis paemasaran guna mengurangi emisi GRK melalui kegiatan jual beli dalam bentuk karbon.

Ekosistem mangrove, padang lamun, terumbu karang serta rawa payau merupakan ekosistem penting yang berfungsi untuk penyerapan dan pengikat karbon. Keseluruhan ekosistem tersebut mampu mengikat 235 - 450 juta ton C/tahun atau setara dengan 50% dari emisi karbon yang ada di dunia (Ghufran, 2012).

Kabupaten Kotawaringin Timur tepatnya di pesisir Teluk Sampit memiliki luasan wilaya (Akhmadi, 2022). Keadaan hutan mangrove ini juga memerlukan kajian lebih mendalam untuk melengkapi data potensi lingkungan hidup yang ada di

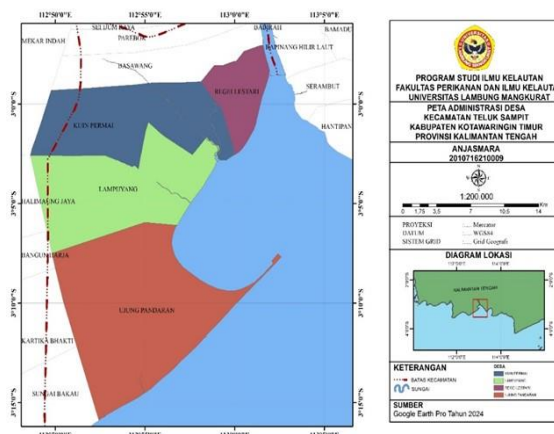
Muara Teluk Sampit serta diharapkan dapat menjadi sumber informasi data ilmiah kepada pemerintah daerah Kabupaten Kotawaringin Timur dalam mendukung perencanaan serta pelaksanaan upaya pemanfaatan serta pengelolaan sumber daya lingkungan hidup secara berkelanjutan terhadap potensi alam pada khususnya karbon dan daya serapnya terhadap karbondioksida.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2024 di bagian Barat Muara Teluk Sampit, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Analisis kandungan karbon dilakukan di Laboratorium Biologi Laut Ilmu Kelautan dan Laboratorium Dasar FMIPA ULM Banjarbaru.

Penelitian ini terdiri dari 5 stasiun yang dimana setiap stasiun terdiri dari 3 plot pengamatan dengan total luasan 300 m² atau setara dengan 0,03 ha. Kawasan penelitian ini termasuk kedalam wilayah 4 desa yang ada disepanjang muara meliputi Desa Ujung Pandaran, Desa Lampuyang, Desa Kuin Permai dan Desa Regei Lestari.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat untuk penelitian di lapangan dan laboratorium dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Alat yang digunakan

No	Nama alat	Kegunaan
1.	Pita ukur	Mengukur diameter sampel
2.	Timbangan	Menimbang sampel
3.	Plastik	Wadah sampel
4.	Golok/Gergaji	Memotong sampel batang
5.	Kalkulator	Menghitung data
6.	<i>Roll meter</i>	Mengukur luasan sampel 10 x 10 m
7.	Oven	Pengeringan sampel

Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sampel mangrove yang telah diambil pada bagian batang.

Metode Penelitian

Metode pada penelitian ini menggunakan metode survei lapangan dengan eksploratif. Metode eksploratif ialah metode yang dikaji lebih dalam dan menggali suatu fenomena dari lapangan dalam suatu bentuk pendekatan yang membantu dalam proses membenahi model serta menarik suatu kesimpulan (Messerschmidt, 1995 *dalam* Cahyaningrum dkk, 2014).

Penentuan Lokasi

Lokasi penelitian berada pada kawasan mangrove di sebelah barat Muara Teluk Sampit yang memiliki luasan sebesar 600 ha (Akhmadi, 2022). Penelitian ini terdiri dari 5 stasiun dan terdapat 3 plot pada masing-masing stasiunnya dengan pengamatan total luasan 300 m² atau setara dengan 0,03 ha. Kawasan penelitian ini termasuk kedalam wilayah 4 desa yang ada disepanjang muara meliputi Desa Ujung Pandaran, Desa Lampuyang, Desa Kuin Permai dan Desa Regei Lestari. Data koordinat penelitian dapat dilihat pada tabel

berikut ini.

Tabel 2. Data Koordinat Stasiun

ST	Koordinat		Desa
	Latitude	Longitude	
1	-3.158218	113.007786	Ujung Pandaran
2	-3.141869	112.956488	Ujung Pandaran
3	-3.082243	112.958596	Lampuyang
4	-3.040703	112.999071	Kuin Permai
5	-2.973500	113.031611	Regei Lestari

Sumber : Data Primer yang diolah (2024)

Prosedur Pengukuran

Metode yang digunakan pada sampel dan pengumpulan data ialah *purposive sampling* dimana pemilihan pada sampel didasarkan atas tujuan dan pertimbangan tertentu. Stasiun penelitian pada 5 lokasi di Muara Teluk Sampit, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah dengan ukuran setiap plot adalah 10 x 10 m. Prosedur pengambilan data yang terstruktur pada vegetasi mangrove serta adanya pengukuran *Diameter Breast High* (DBH) berdasarkan (Rustam dkk, 2015).

Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan sampel kayu dilakukan untuk mengetahui massa jenis kayu. Menurut Hairiah dkk, (2011), pengambilan pada sampel kayu dengan metode *harvest sampling*, dengan memotong salah satu bagian dari cabang pohon. Sampel kayu diambil berdasarkan masing-masing pada jenis tegakan pohon. Pengambilan sampel kayu dilakukan 3 kali pengulangan dari masing-masing jenis tegakan pohon.

Analisis Data

Kerapatan Jenis Mangrove

$$Di = ni/A$$

keterangan:

Di = Kerapatan jenis mangrove i (m²)

ni = Jumlah total tegakan i
 A = Luas total area sampel (m^2)

Setelah data kerapatan jenis mangrove didapat, kemudian dibandingkan dengan penentuan kondisi mangrove yang mengacu pada KEPMEN LH Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

Volume Pohon

Analisis ini melakukan perhitungan biomassa berdasarkan volume pohon tanpa menghitung tajuk (cabang ranting, daun, bunga, dan buah) dengan menggunakan persamaan (Heriyanto dkk, (2012) sebagai berikut:

$$V = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t \cdot f$$

keterangan:

V = Volume pohon (cm^3)

π = 3,14 atau 22/7

d^2 = Diameter tegakan setinggi dada (cm)

t = Tinggi keseluruhan (cm)

f = Angka nilai pohon (0,6)

Massa Jenis

Menurut Hairiah dkk, (2011) pengukuran massa jenis kayu dilakukan dengan cara menimbang berat basah sampel kayu yang diambil. Kemudian di keringkan dengan oven dengan suhu $100^\circ C$ kurang lebih 48 jam. Sampel yang sudah di oven kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering dengan rumus sebagai berikut:

$$Massa\ jenis\ (g/cm^3) = \frac{Berat\ kering}{(gram)/V}$$

keterangan:

V = Volume air (ml)

Biomassa

Jumlah biomassa diperoleh dari hasil pengukuran volume pohon dan pengukuran massa jenis kayu. Menurut Bismark dkk, (2008) rumus yang digunakan untuk menghitung biomassa adalah sebagai berikut:

$$B = V \times Massa\ jenis$$

keterangan:

B = Biomassa (kg)

V = Volume pohon (m^3)

Karbon Stok

Perhitungan biomassa karbon berdasarkan SNI 7724:2011, nilai presentase kandungan karbon adalah 47%. Sehingga rumus perhitungannya berikut ini:

$$C_b = B \times \%Karbon\ organik$$

keterangan:

C_b = Kandungan Karbon (C) dari biomassa (ton)

B = Nilai keseluruhan biomassa (ton)

$\%Karbon\ organik$ = Nilai presentase kandungan karbon (C) yaitu 47%

Serapan Karbondioksida

Perhitungan serapan karbondioksida dilakukan dengan menggunakan rumus (Murdiyarso dkk, 1999):

$$WCO_2 = Karbon\ (C) \times FKCO_2$$

keterangan:

WCO_2 = Jumlah gas CO_2 yang diserap (ton/ha)

Karbon = C

$FKCO_2$ = Faktor konversi CO_2 = 3,67

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi mangrove di Muara Teluk Sampit, diamati berdasarkan kerapatan jenis mangrove. Kerapatan jenis mangrove ialah jumlah individu pada spesies tumbuhan dalam suatu luasan tertentu. Jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah *Rhizophora mucronata* (bakau), *Sonneratia caseolaris* (rambai bintang/pedada), *Sonneratia alba* (rambai bulat/prapat) dan *Avicennia alba* (api-api). Kondisi kerapatan dan jenis mangrove dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut.

Tabel 3. Kondisi Kerapatan Jenis Mangrove di Muara Teluk Sampit

ST	Jenis	Jumlah Individu	Ind/m ²	Ind/ha	Kriteria
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	27	0,09	900	Jarang
	Jumlah	27	0,09	900	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	27	0,09	933,33	Jarang
	Jumlah	28	0,09	933,33	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	14	0,003	33,33	Sedang
	<i>Sonneratia caseolaris</i>	9	0,03	300,00	
	<i>Sonneratia alba</i>	1	0,02	200,00	
	<i>Avicennia alba</i>	6	0,05	466,67	
	Jumlah	30	0,10	1.000,00	
4	<i>Sonneratia caseolaris</i>	28	0,09	933,33	Jarang
	Jumlah	28	0,09	933,33	
5	<i>Sonneratia caseolaris</i>	24	0,08	800,00	Jarang
	Jumlah	24	0,08	800,00	
Rata-rata			0,09	913,33	Jarang

Sumber : Data Primer yang diolah (2014)



a. *Rhizophora mucronata*



b. *Sonneratia caseolaris*



c. *Avicennia alba*

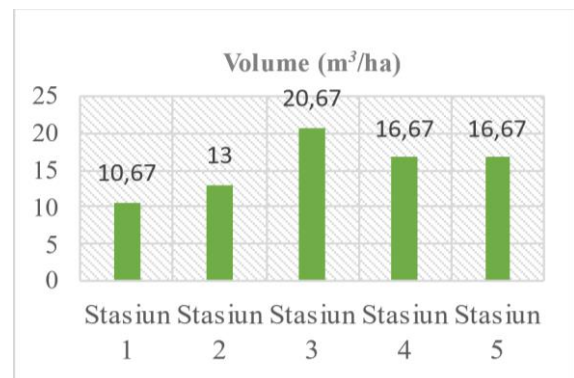


d. *Sonneratia alba*

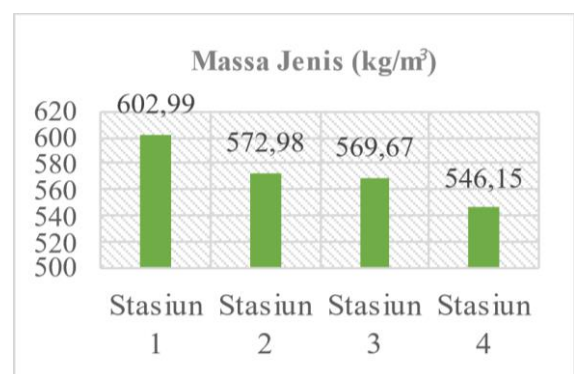
Gambar 2. Dokumentasi Pribadi (2024)

Jika dilihat dari perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa kriteria baku dan kerusakan hutan mangrove yang tumbuh di Muara Teluk Sampit dari keseluruhan stasiun dikategorikan jarang dengan total rata-rata 913,33 individu/ha.

Volume dan Massa Jenis Kayu



Gambar 3. Grafik Volume Pohon di Muara Teluk Sampit



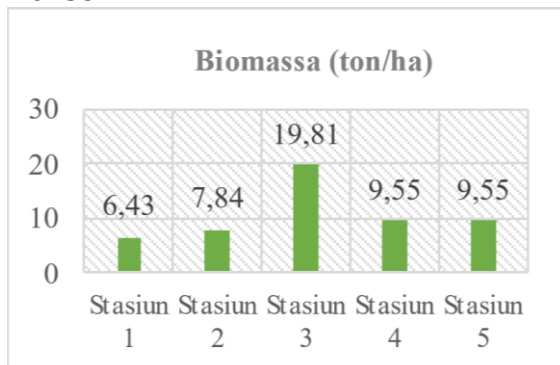
Gambar 4. Grafik Massa Jenis kayu Pohon di Muara Teluk Sampit

Dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui nilai volume kayu yang terdapat pada Stasiun 1 jenis mangrove *Rhizophora mucronata* sebesar 10,67 m³/ha, Stasiun 2 jenis mangrove *Rhizophora mucronata* sebesar 13 m³/ha, Stasiun 3 dijumpai jenis *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* serta *Avicennia alba* sebesar 20,67 m³/ha, pada Stasiun 4 dan Stasiun 5 jenis mangrove *Sonneratia caseolaris* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 16,67 m³/ha. Jadi, diketahui total dari keseluruhan nilai volume pohon sebesar 77,67 m³/ha.

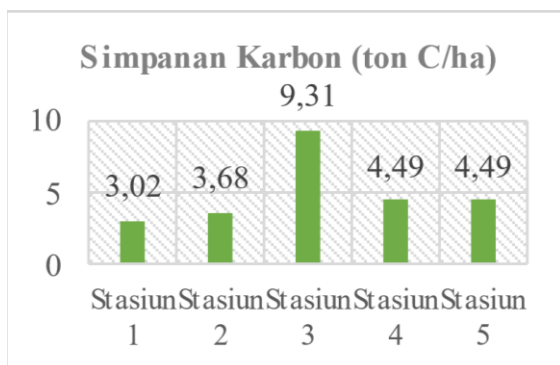
Diketahui hasil perhitungan bahwa massa jenis kayu yang terdapat pada 5 stasiun penelitian yang ada di Muara Teluk Sampit mempunyai nilai yang beragam. Berdasarkan hasil analisis laboratorium, diketahui massa jenis kayu pada jenis *Rhizophora mucronata* bernilai 602,99 kg/m³, *Sonneratia caseolaris* bernilai 572,98 kg/m³, *Sonneratia alba* bernilai

569,67 kg/m³ dan *Avicennia alba* bernilai 546,15 kg/m³.

Estimasi Biomassa dan Simpanan Karbon



Gambar 5. Grafik Massa Jenis kayu Pohon di Muara Teluk Sampit



Gambar 6. Grafik Massa Jenis kayu Pohon di Muara Teluk Sampit

Berdasarkan analisis di atas, diketahui nilai biomassa mangrove yang berada di Muara Teluk Sampit pada Stasiun 1 jenis *Rhizophora mucronata* memiliki nilai sebesar 6,43 ton/ha, Stasiun 2 jenis *Rhizophora mucronata* sebesar 7,84 ton/ha, Stasiun 3 jenis *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba* sebesar 19,81 ton/ha, dan pada Stasiun 4 dan Stasiun 5 memiliki nilai biomassa yang sama dengan jenis *Sonneratia caseolaris* sebesar 9,55 ton/ha. Jadi, hasil dari perhitungan keseluruhan nilai total biomassa sebesar 53.180,10 kg/ha atau setara dengan 53,18 ton/ha.

Berdasarkan hasil perhitungan, kandungan karbon yang terdapat di Muara Teluk Sampit bervariasi dari masing-masing stasiun dan jenis mangrove yang berbeda pula. Pada Stasiun 1 jenis

Rhizophora mucronata dengan nilai 3,02 ton C/ha, Stasiun 2 jenis *Rhizophora mucronata* sebesar 3,68 ton C/ha, Stasiun 3 jenis *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba* sebesar 9,31 ton C/ha, dan pada Stasiun 4 dan Stasiun 5 memiliki nilai biomassa yang sama dengan jenis *Sonneratia caseolaris* sebesar 4,49 ton C/ha. Dapat disimpulkan total dari perhitungan keseluruhan simpanan karbon memiliki nilai sebesar 24,99 ton C/ha.

Estimasi Total Simpanan Karbon dan Serapan Karbondioksida

Luas	Simpanan Karbon (ton C/ha)	Stok Karbon ton C	Serapan CO ₂
600/ha	24,99	14.994	55.027,98

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, total serapan karbondioksida di Muara Teluk Sampit memiliki total serapan karbondioksida sebesar 55.027,98 ton dari total simpanan karbon sebesar 14.994 ton C.

KESIMPULAN

Simpanan karbon yang ada di Muara Teluk Sampit memiliki nilai sebesar 24,99 ton C/ha dengan total simpanan karbon sebesar 14.994 ton C dari luas mangrove 600 Ha. Total serapan CO₂ oleh kawasan mangrove di Muara Teluk Sampit sebesar 55.027,98 ton dari luas wilayah mangrove 600 Ha.

Penelitian tentang estimasi serapan CO₂ merupakan penelitian yang jarang dilakukan di wilayah Teluk Sampit Kalimantan Tengah. Peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat melakukan estimasi mengenai serapan CO₂ yang erat kaitannya pada simpanan karbon dan emisi dari gas CO₂ agar bisa menjadi referensi terkait pada ekosistem mangrove yang ada di Teluk Sampit Kalimantan Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmadi, 2022. Keanekaragaman dan Spesies Indikator Pada Hutan Mangrove di Teluk Sampit, Kotawaringin Timur. *Biological Sciences* : Vol. 4 No. 1.
- Arief, A. 2005. *Hutan dan Kehutanan*. Kanisius : Jogjakarta.
- Bengen, DEA., Yonvitner dan Rahman. 2022. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Bengen, D.G. 1999. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor: Pusat Kajian dan Sumberdaya Pesisir dan Lautan.
- Bengen, D.G. 2004. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian dan Sumberdaya Pesisir dan Laut IPB. Bogor: 56-58 hlm.
- Bengen, D. G. 2001. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor. Pusat Sumber Daya Pesisir dan Laut. IPB. 61 hal.
- Bismark, M., Heriyanto, N.M., Subiandono, E. 2008. Keragaman dan Potensi Jenis Serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5 (3): 297 – 306.
- Cahyaningrum, S. T., A. Hartoko dan Suryanti. 2014. *Biomassa Karbon Mangrove pada Kawasan Mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa*. *Diponegoro Journal of Maquares* 3 (2): 34-42.
- Fourqurean, J., B. Johnson., J. B. Kauffman., H. Kennedy., C. Lovelock., J. P. Megonigal., A. F. Rahman., N. Saintilan dan M., Simard. 2014. *Coastal Blue Carbon, Methods for Assessing Carbon Stock and Emissions Factors in Mangroves, Tidal Salt Marshes and Seagrass Meadows*. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Arlington. USA. 184 hal.
- Ghufran, H. K. 2012. *Ekosistem Mangrove : Potensi, Fungsi dan Rineka Cipta*. Jakarta. Pengelolaan.
- Gunarto, 2004. *Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai*. *Jurnal Litbang Pertanian*. 23 (1): 15 – 21.
- Hairiah, K., S. M. Sitompul., M. van Noordwijk dan C. Palm. 2001. *Methods for Sampling Carbon Stocks Above and Below Ground*. International Centre for Research in Agroforestry. Bogor. 31 hal.
- Heriyanto, N. M dan E. 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) : 023-032.
- Kauffman, J. Boone dan D. C. Donato. (2012). *Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forest*. CIFOR.
- Kusmana, C., S. Sabiham., K. Abe and H. Watanabe. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Mangrove Secara Berkelanjutan Dan Berbasis Masyarakat*. Karya ilmiah. Tidak diterbitkan. Fakultas Kehutanan.

- Institut Pertanian Bogor.
Bogor. Agustini, N. T., Z. Ta'alidin dan D. Purnama. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano* 1 (1): 19-31.
- Sutaryo, D. 2009. Perhitungan Biomassa Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. WIIP. Bogor.
- Pandit, I.K.N. dan H. Ramdan. 2002. Anatomi Kayu: Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Bangunan. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Pemda, KalTeng. 2018. *Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Provinsi Kalimantan Tengah*. GeoPortal : KalTeng.
- Pidwirny, M. 2006. *The Carbon Cycle "Fundamentals of Physical Geography 2nd Edition"*. Date. Viewed. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9s.html>.
- Tomlinson, P. B. 1994. *The Botany of Mangroves*. Buku. Cambridge University Press. 413p.
- Wanatorei, H. K. 2013. Identifikasi Jenis – Jenis Tumbuhan Mangrove di Kampung Sanggei Distrik Urei – Faisei Kabupaten Waropen. Skripsi. Universitas Negeri Papua. Manokwari. 40p.
- Windusari, Y., Nur, A.P., Sari, Indra, Y., Hilda, Z., 2012. Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Sukesi Alami Pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Biospecies*. 5 (1): 22 – 28.