

**ESTIMASI CADANGAN KARBON KAWASAN TAMAN WISATA HUTAN MANGROVE
KECAMATAN SUKADANA, KABUPATEN KAYONG UTARA, KALIMANTAN BARAT**
*ESTIMATION OF CARBON STOCK IN MANGROVE FOREST TOURISM PARK, SUKADANA
DISTRICT, KAYONG UTARA REGENCY, WEST KALIMANTAN*

Adityo Raynaldo^{1*}, Etha Marista¹, Sofi Siti Shofiyah¹, Riza Linda², Rafdinal²

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas IPA dan Kelautan, Universitas OSO, Pontianak
²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura,
Pontianak

*Corresponding author e-mail: adityoraynaldo@oso.ac.id

Submitted: 18 July 2021 / Revised: 14 April 2022 / Accepted: 18 April 2022

<http://doi.org/10.21107/jk.v15i1.11170>

ABSTRACT

An assessment of the potential of mangrove forests in the Kayong Utara Regency in storing carbon has not been published scientifically before, so scientific data on this matter will be able to support efforts to conserve and utilize mangrove forests in this Regency. This study aims to estimate the carbon stock and carbon sequestration of mangrove vegetation in Mangrove Forest Tourism Park, Sukadana District, Kayong Utara Regency. The estimation of biomass, carbon stock and carbon sequestration was carried out by non-destructive methods using observation plots at several purposively selected sampling locations. The estimation results of the total vegetation biomass from Above-ground Biomass (AGB) and Below-ground Biomass (BGB) from each observation plot ranged from 281.31 – 974.10 Mg ha⁻¹ and the total vegetation carbon stock (AGC and BGC) ranged from 126.32 – 439.03 Mg C ha⁻¹. Analysis of the total CO₂ sequestration of mangrove vegetation at the site ranged from 463.58 to 1611.24 Mg CO₂ ha⁻¹. Maintenance of mangrove forests at this site can prevent the release of non-organic carbon (CO₂) with considerable potential.

Keywords: Carbon sequestration, mangrove biomass, mangrove tourism, total vegetation carbon

ABSTRAK

Penilaian mengenai potensi hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara dalam menyimpan karbon belum terpublikasi secara ilmiah sebelumnya, sehingga data ilmiah mengenai hal ini akan dapat mendukung upaya pelestarian dan pemanfaatan hutan mangrove di Kabupaten ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi cadangan dan serapan karbon vegetasi mangrove di Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara. Estimasi biomassa, cadangan dan serapan karbon dilakukan dengan metode non-destruktif menggunakan plot-plot pengamatan pada beberapa lokasi pengambilan sampel yang dipilih secara purposif. Hasil estimasi total biomassa vegetasi dari Above-ground Biomass (AGB) dan Below-ground Biomass (BGB) dari tiap plot pengamatan berkisar antara 281,31 – 974,10 Mg ha⁻¹ dan total cadangan karbon vegetasi (AGC dan BGC) berkisar antara 126,32 – 439,03 Mg C ha⁻¹. Analisis total serapan CO₂ vegetasi mangrove di lokasi berkisar antara 463,58 – 1611,24 Mg CO₂ ha⁻¹. Pemeliharaan kawasan hutan mangrove di lokasi dapat mencegah pelepasan karbon non organik (CO₂) yang memiliki potensi cukup besar.

Kata kunci: Biomasa mangrove, serapan karbon, total karbon vegetasi, wisata mangrove

PENDAHULUAN

Hutan mangrove atau hutan bakau merupakan ekosistem yang khas sebagai penyusun kawasan pesisir, memiliki kemampuan adaptasi terhadap salinitas yang tinggi serta kondisi pasang surut air laut (Kathiresan & Bingham, 2001). Peran ekosistem mangrove

sangat penting pada kawasan pesisir, akar yang menancap di dasar tanah sebagai tumpuan pertahanan tanaman dapat berfungsi sebagai habitat ikan. Selain itu, karena sifat fisiknya mangrove mampu berperan sebagai penahan intrusi air laut, mencegah erosi dan abrasi pantai, memecah gelombang, dan

melindungi bagian daratan dari badai laut apabila kondisi mangrove masih terjaga dengan baik (Syaifulah, 1985). Hutan mangrove dapat menjadi benteng alami dalam pencegahan bencana gelombang tinggi dan tsunami, studi dari Patel *et al.*, (2014) melaporkan bahwa keberadaan mangrove dapat menurunkan efek kerusakan di darat akibat gelombang besar yang terjadi jika dibandingkan area yang tidak terdapat ekosistem mangrove.

Perkiraan luasan mangrove di Indonesia cukup bervariasi, Giri *et al.*, (2011) mengestimasi terdapat sekitar 3,1 juta hektar mangrove yang masih ada di Indonesia pada tahun 2000 dan merupakan yang terluas dari berbagai negara di dunia. Pada umumnya mangrove ditemukan di seluruh kepulauan Indonesia. Mangrove terluas terdapat di Papua sekitar 1.350.600 ha (38 %), Kalimantan 978.200 (28 %) dan Sumatera 673.300 ha (19 %) (Rusila *et al.*, 2006). Kondisi ekosistem mangrove di Kalimantan Barat dalam beberapa dekade terakhir cukup mengalami tekanan akibat degradasi lahan dan deforestasi. Menurut Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Kapuas (2006), luas hutan Mangrove di Kalimantan Barat mencapai 342.600,01 ha dan sekitar 178.491,15 ha (52,1 %) diantaranya telah rusak, sekitar 167.664,91 ha tergolong rusak berat dan sekitar 25.100 ha sudah menjadi hamparan kosong karena telah dibabat habis.

Hutan mangrove memiliki kemampuan dalam menyimpan karbon lima kali lebih besar daripada hutan tropis daratan (Murdiyarso *et al.*, 2015). Kemampuan ini salah satunya

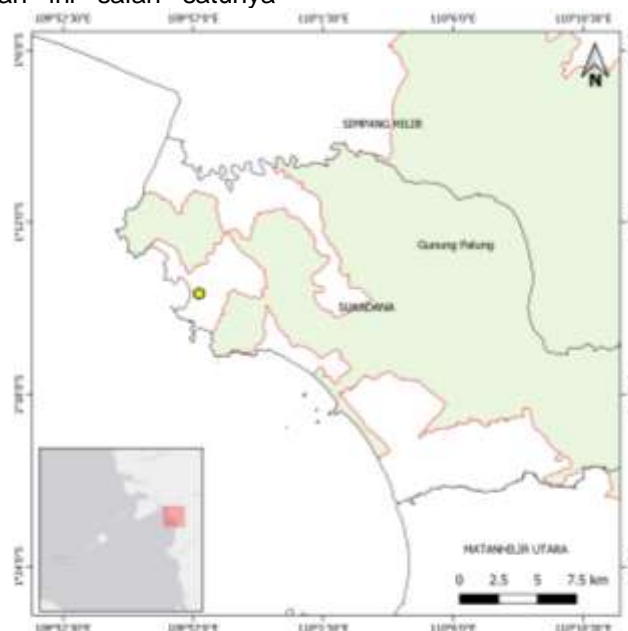
disebabkan karena mangrove bersama ekosistem pesisir lainnya memiliki karakteristik yang khas dan dapat menyimpan karbon lebih banyak, dikenal sebagai *blue carbon* atau karbon biru. Berdasarkan penelitian Yusandi *et al.*, (2018), simpanan karbon hutan mangrove di Kabupaten Kubu Raya dapat berkisar antara 20-40 Mg C Ha⁻¹, selain itu Rafdinal *et al.*, (2019) melaporkan simpanan karbon hutan mangrove di Desa Peniti, Kabupaten Mempawah dapat mencapai kisaran 4,43-42,41 Mg C Ha⁻¹.

Pemeliharaan ekosistem mangrove di Kalimantan Barat dapat menjadi kontribusi yang baik dalam upaya mitigasi pemanasan global. Selain itu keberadaan organisme seperti ikan-ikan dan hasil laut bernilai ekonomi tinggi yang fase-fase hidupnya bergantung di ekosistem mangrove turut dapat lestari dan dimanfaatkan secara berkelanjutan. Melalui penelitian ini diharapkan dapat mengestimasi kontribusi simpanan dan serapan karbon hutan mangrove di Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara dalam mendukung upaya pelestarian dan manajemen hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara yang berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2021 di kawasan taman wisata mangrove di Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara, Kalimantan Barat (**Gambar 1**). Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan keberadaan hutan mangrove dan keterwakilannya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tahapan Penelitian

Struktur Dan Komposisi Hutan Mangrove

Analisis struktur dan komposisi hutan mangrove dilakukan dengan menggunakan plot pengamatan yang dipilih secara purposif di lapangan, mempertimbangan keterwakilan masing-masing zona pada vegetasi mangrove. Plot pengamatan dibuat di dalam vegetasi mangrove dengan luasan 10 m² tegak lurus garis pantai, pendataan diameter tegakan dilakukan pada tiap-tiap tegakan mangrove dengan diameter batang (DBH) > 4 cm di dalam plot (Dharmawan & Pramudji, 2014). Data tambahan lain yang direkam adalah jenis mangrove, jumlah anakan mangrove, tinggi rata-rata pohon, persentaseutupan sampah, jumlah tebangan kayu, jenis substrat dan persentaseutupan kanopi. Kerapatan dan basal area vegetasi mangrove dihitung pada setiap plot penelitian dan kemudian dikonversi per satuan hektar. Identifikasi jenis dilakukan berdasarkan acuan (Rusila et al., 2006), dan (Giesen et al., 2006).

Pemetaan Luasan Dan Kerapatan Tajuk

Pemetaan luasan dan kerapatan tajuk di lokasi menggunakan data citra satelit Sentinel-2 dengan rentang akuisisi data 01-01-2019 hingga 30-12-2020. Citra diproses melalui laman Google Earth Engine

(<https://earthengine.google.com/>).

Pengunduhan dan preprocessing data dilakukan dengan berbasis komputasi awan di GEE dan analisa peta dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *open source* Quantum GIS LTR 3.10.7.

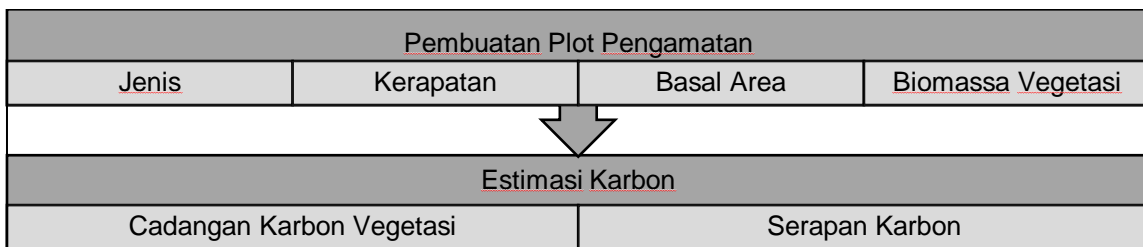
Estimasi luasan dilakukan dengan metode *on-screen digitation* menggunakan pendekatan komposisi RGB NIR-SWIR-Red (B8-B11-B4). Kerapatan tajuk dianalisis dengan pendekatan nilai indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan persamaan berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana NIR adalah band *Near Infrared* dan Red adalah band merah pada citra. Indeks vegetasi NDVI digunakan untuk mengklasifikasikan nilai kerapatan tajuk vegetasi (Dephut, 2005). Selain itu nilai NDVI digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kerusakan vegetasi mangrove berdasarkan nilai refleksi gelombang merah dan inframerah yang sensitif pada keberadaan vegetasi.

Estimasi Biomassa dan Karbon

Tahapan pelaksanaan penelitian dan luaran masing-masing tahap dapat di lihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

Estimasi biomassa terdiri atas estimasi biomassa atas permukaan (*aboveground biomass*) dan biomassa bawah permukaan (*belowground biomass*). Estimasi biomassa atas permukaan dilakukan dengan metode non-destruktif berdasarkan formulasi allmetrik dari Komiyama et al., (2005) atau allometrik spesies spesifik yang tersedia. Estimasi biomassa bawah permukaan dilakukan melalui pendekatan nilai rasio AGB:BGB pada hutan mangrove (Hairiah et al., 2011). Konsentrasi karbon dengan nilai faktor konversi digunakan untuk mengubah biomassa hidup di atas permukaan (faktor konversi 0,47) dan di bawah permukaan (faktor konversi 0,39) menjadi massa karbon (Mg C ha⁻¹). Biomassa kayu mati dihitung berdasarkan pada status *decay* individu yang ditemukan. Nilai serapan karbon

pada suatu vegetasi diestimasi berdasarkan nilai konstanta tertentu yang menunjukkan kemampuan dari suatu vegetasi untuk menyerap karbon.

Analisis Data

Persamaan allometrik yang digunakan dalam menentukan biomassa jenis-jenis mangrove (Komiyama et al., 2005):

$$AGB = 0,251 \rho D^{2,46} \dots \dots \dots (2)$$

$$BGB = 0.199 \times \rho^{0.899} \times D^{2.22} \dots \dots \dots (3)$$

Kayu mati (Kauffman & Donato, 2012):

$$Decay \ status \ 1 \ B = 0.975 \times \ AGB \dots \dots \dots (4)$$

Decay status 2 $B = 0.8 \times AGB$(5) ground biomass (biomassa bawah permukaan); D = diameter pada ketinggian 1,3 m/diameter breast high (DBH); ρ = berat jenis kayu (g/cm^3)

Dimana: AGB = Above-ground biomass (biomassa atas permukaan); BGB = Below-

Tabel 1. Berat jenis kayu yang digunakan dalam allometrik

Jenis	ρ	Sumber
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0,699	Komiyama <i>et al.</i> , (2005)
<i>Xylocarpus granatum</i>	0,528	Komiyama <i>et al.</i> , (2005)
<i>Rhizophora stylosa</i>	0,84	Zanne <i>et al.</i> , (2009)
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,85	Zanne <i>et al.</i> , (2009)

Serapan karbondioksida diestimasi berdasarkan persamaan dari Herianto dan Subiandono (2012):

Serapan $CO_2 = 3,67 \times$ Kandungan karbon..(6)

HASIL DAN PEMBAHASAN
Struktur dan Komposisi Hutan Mangrove

Hasil analisis vegetasi mangrove di kawasan taman wisata mangrove Kecamatan Sukadana

Kabupaten Kayong Utara menunjukkan bahwa ditemukan 4 jenis mangrove sejati, yaitu *Bruguiera gymnorrhiza* (Nama lokal: Tunggu), *Xylocarpus granatum* (Nama lokal: Nyirih), *Rhizophora stylosa* (Nama lokal: Bakau), *Rhizophora apiculata* (Nama lokal: Bakau). Beberapa jenis lain yang ditemukan antara lain *Lumnitzera littorea*, *Sonneratia alba*, *Nypa fruticans*, dan beberapa mangrove ikutan/asosiasi.



Gambar 3. Spesies mangrove sejati yang dominan ditemukan di lokasi (A. *Bruguiera gymnorrhiza*, B. *Xylocarpus granatum*, C. *Rhizophora stylosa*, dan D. *Rhizophora apiculata*)

Rentang nilai diameter yang ditemukan antara $4,62 \pm 0,68 - 51,75 \pm 5,18$ cm dengan basal nilai basal area $0,34 - 42,26 m^2 ha^{-1}$ (Tabel 2). Perbedaan terdapat pada spesies dengan nilai basal area tertinggi di setiap plot, plot 1 berapa paling dekat ke arah laut, dengan spesies *R. apiculata* memiliki nilai basal area tertinggi, kemudian plot 2 di dominasi oleh spesies *X. granatum* dan plot 3 yang berada paling jauh dari arah laut didominasi oleh *R. stylosa*. Nilai basal area didapat berdasarkan jumlah individu yang ditemukan dan diameter individu tersebut, oleh karena itu nilai basal area dapat menjadi salah satu karakter komunitas untuk menentukan coverage/tutupan spesies dalam suatu komunitas/vegetasi.

Berdasarkan rentang diameter dan basal area vegetasi mangrove di lokasi menunjukkan nilai yang relatif besar dibandingkan dengan vegetasi mangrove di beberapa daerah di pesisir Kalimantan Barat. Habdiansyah *et al.*, (2015) melaporkan bahwa diameter tegakan mangrove di Desa Sebusus, Kabupaten Sambas adalah berkisar antara 5,41 - 35,35 cm. Selain itu menurut laporan CFCRRD-FORDA & CIFOR (2011), didapati rata-rata basal area di hutan mangrove Kabupaten Kubu Raya, adalah berkisar antara $6,2 - 43,8 m^2 ha^{-1}$.

Tabel 2. Spesies ditemukan, Rerata diameter \pm Standar Deviasi, basal area dan jumlah seedling komunitas mangrove di lokasi

Plot	Spesies	N	Rerata diameter (cm)	Basal Area ($m^2 ha^{-1}$)	Jumlah Seedling
Plot 1	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	2	4,62 \pm 0,68	0,34	0
	<i>Xylocarpus granatum</i>	3	10,08 \pm 7,85	3,36	2
	<i>Rhizophora stylosa</i>	3	10,93 \pm 11,49	4,89	12
	<i>Rhizophora apiculata</i>	4	14,09 \pm 13,22	10,35	20
Plot 2	<i>Xylocarpus granatum</i>	3	23,99 \pm 12,80	16,13	30
	<i>Rhizophora stylosa</i>	3	12,21 \pm 6,38	4,15	15
Plot 3	<i>Xylocarpus granatum</i>	4	11,54 \pm 8,85	6,03	0
	<i>Rhizophora stylosa</i>	2	51,75 \pm 5,18	42,26	23

Berdasarkan jumlah anakan/seedling, komunitas mangrove di lokasi memiliki potensi kemampuan *resilience* yang cukup baik, dikarenakan jumlah anakan hidup di lokasi cukup banyak sebagai penerus keberlangsungan komunitas mangrove tersebut. Keberadaan anakan hidup secara alami pada komunitas hutan mangrove sangat penting untuk memprediksi keberlangsungan suksesi hutan mangrove, utamanya jika terjadi sebagian kerusakan baik secara alami ataupun karena faktor antropogenik. Jumlah anakan alami mangrove yang hidup di lokasi cukup banyak dan mampu menopang keberlangsungan komunitas mangrove di lokasi jika tidak ada faktor kerusakan yang

berdampak menyeluruh, baik secara alami ataupun faktor antropogenik.

Luasan dan Tutupan Kanopi Hutan Mangrove

Berdasarkan analisis spasial menggunakan data satelit Sentinel 2 dengan rentang akuisisi data 2019-2020, luasan mangrove di kawasan wisata mangrove Kabupaten Kayong utara adalah sebesar 18,965 ha. Kondisi tutupan awan pada citra yang digunakan sangat minim atau tidak ada sama sekali, sehingga sangat cocok dilakukan analisis indeks vegetasi. Untuk menampilkan data sekitar kawasan mangrove dilakukan overlay pada data citra google satellite seperti pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Analisis Kerapatan Tajuk (NDVI) Taman Wisata Mangrove Kecamatan Sukadana, Kabupaten Kayong Utara

Analisis indeks vegetasi menggunakan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) dilakukan untuk membagi kawasan mangrove berdasarkan kluster kerapatan tajuk (hubungan NDVI dan kerapatan tajuk). Hasil analisis NDVI menunjukkan bahwa sebagian besar hutan mangrove di lokasi memiliki tutupan yang rapat

(90,51%), kemudian diikuti tutupan sedang (9,23%) dan tutupan jarang (0,26%) dengan rentang nilai NDVI 0,47 – 0,92. Berdasarkan Billah (2020), nilai NDVI memiliki hubungan yang erat dengan nilai kerapatan tajuk vegetasi mangrove dengan nilai korelasi (r) 0,93. Hal ini dikarenakan indeks vegetasi NDVI

diformulasikan untuk menghitung nilai reflektans dari band NIR dan Red yang diserap oleh pigmen klorofil vegetasi pada lokasi. Berdasarkan persentase tutupan tajuk tersebut, kondisi hutan mangrove di lokasi taman wisata hutan mangrove Sukadana secara keseluruhan adalah baik dan tanpa kerusakan/degradasi.

Biomassa, Cadangan Karbon dan Serapan Karbon

Estimasi biomassa, cadangan dan serapan karbon hutan mangrove di lokasi dilakukan

Tabel 1. Biomassa, Cadangan Karbon dan Serapan Karbon ± Standar Deviasi

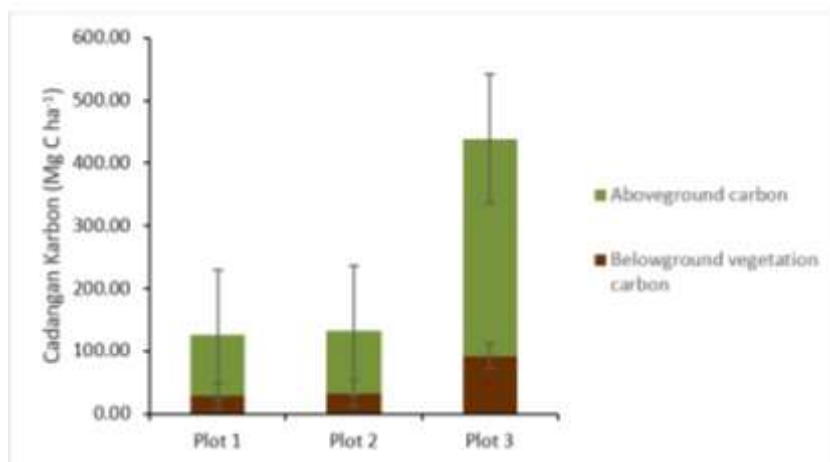
Plot	Biomassa (Mg ha ⁻¹)		Cadangan Karbon (Mg C ha ⁻¹)		Total Karbon Vegetasi (Mg C ha ⁻¹)	Total Serapan CO ₂ (Mg CO ₂ ha ⁻¹)
	AGB	BGB	AGC	BGC		
1	207,56	73,75	97,55	28,76	126,32	463,58
2	213,44	84,72	100,32	33,04	133,36	489,42
3	739,12	234,98	347,39	91,64	439,03	1611,24
Rerata	386,71 ± 305,21	131,15 ± 90,09	181,75 ± 143,45	51,15 ± 35,13	232,90 ± 178,55	854,75 ± 655,27

Keterangan : Above-ground Biomass (AGB), Below-ground Vegetation Biomass (BGB), Above-ground Carbon (AGC) dan Below-ground Vegetation Carbon (BGC).

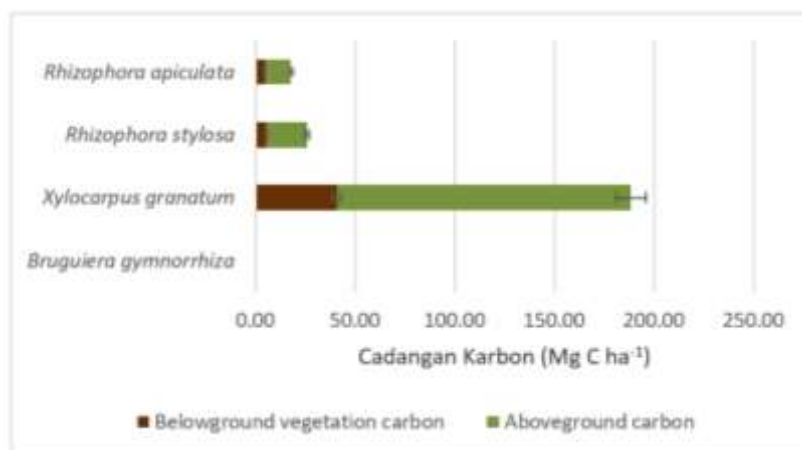
Berdasarkan hasil estimasi, nilai cadangan karbon vegetasi mangrove di lokasi per satuan hektar relatif tinggi, namun masih di dalam rentang nilai cadangan karbon vegetasi mangrove di beberapa ekosistem mangrove di Indonesia. Murdiyarto (2015) mengestimasi nilai cadangan karbon mangrove di beberapa daerah di Indonesia, dari hasil penelitian tersebut didapati rentang nilai karbon vegetasi terendah sebesar 2,1 Mg C ha⁻¹ di hutan mangrove Cilacap dan tertinggi sebesar 509,7 Mg C ha⁻¹ di hutan mangrove Bintuni. Potensi cadangan dan serapan karbon vegetasi di lokasi relative cukup besar ini dikarenakan

dengan plot pengamatan dan dilakukan konversi skala ke hektar (Tabel 1, Gambar 5 dan Gambar 6). Total biomassa vegetasi dari Above-ground Biomass (AGB) dan Below-ground Biomass (BGB) dari tiap plot pengamatan berkisar antara 281,31 – 974,10 Mg ha⁻¹ dan total cadangan karbon vegetasi (AGC dan BGC) berkisar antara 126,32 – 439,03 Mg C ha⁻¹. Analisis total serapan CO₂ vegetasi mangrove di lokasi berkisar antara 463,58 – 1611,24 Mg CO₂ ha⁻¹ yang diestimasi dari total cadangan karbon vegetasi.

profil diameter dan basal area tiap-tiap spesies mangrove yang ditemukan cukup tinggi (Tabel 2), semakin besar diameter pohon tiap-tiap spesies maka semakin besar biomassa dan karbon organik yang dimiliki. Konversi ekosistem mangrove di lokasi ke area penggunaan lain, atau degradasi kawasan hutan baik secara alami maupun akibat faktor antropogenik berpotensi melepaskan karbon non organik (CO₂) dan mengurangi kantong-kantong karbon yang seharusnya dapat tersimpan dalam bentuk biomassa organik vegetasi mangrove di lokasi.



Gambar 5. Above dan below-ground cadangan karbon vegetasi pada tiap-tiap plot pengamatan di lokasi



Gambar 6. Kontribusi Above- and below-ground cadangan karbon vegetasi pada masing-masing jenis mangrove di lokasi.

Kontribusi cadangan karbon terbesar di lokasi disumbang oleh 4 jenis mangrove sejati yang dominan ditemukan, yaitu *Bruguiera gymnorrhiza*, *Xylocarpus granatum*, *Rhizophora stylosa*, dan *Rhizophora apiculata*. Jenis *Xylocarpus granatum* memiliki kontribusi yang paling tinggi sebesar 188,61 Mg C ha⁻¹, kemudian jenis *R. stylosa* sebesar 26,044 Mg C ha⁻¹. Kedua jenis ini ditemukan memiliki rerata diameter dan basal yang cukup tinggi sehingga diestimasi memiliki nilai biomassa dan cadangan karbon organik yang cukup tinggi. Sementara itu pada kawasan hutan mangrove Desa Labuhan, Kabupaten Lamongan, Asadi et al., (2018) melaporkan bahwa jenis *R. apiculata* memiliki kontribusi cadangan karbon tertinggi dengan nilai 45.53 ± 5.66 Mg C ha⁻¹. Selain itu di negara lain dapat sangat berbeda, seperti penelitian Harishma et al., (2020) di kawasan hutan mangrove negara bagian Kerala, India yang melaporkan bawah jenis *Avicennia marina* memiliki kontribusi cadangan karbon tertinggi mencapai 81,09 Mg C ha⁻¹. Kontribusi spesies mangrove dengan nilai cadangan karbon tertinggi dapat berbeda pada tiap-tiap lokasi hutan mangrove, hal ini ditentukan oleh nilai rerata diameter dan basal area dari jenis yang dominan ditemukan pada tiap-tiap lokasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa potensi cadangan karbon hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara berkisar antara 126,32 – 439,03 Mg C ha⁻¹ dengan kontribusi tertinggi dari jenis *Xylocarpus granatum* dengan nilai sebesar 188,61 Mg C ha⁻¹. Potensi total serapan CO₂ hutan mangrove di Kabupaten Kayong Utara berkisar antara 463,58 – 1611,24 Mg CO₂ ha⁻¹

yang diestimasi dari total cadangan karbon vegetasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Yayasan Pendidikan OSO dan Universitas OSO yang telah mendukung penelitian ini melalui dana hibah penelitian Universitas OSO Tahun Anggaran 2020/2021, No.11/UNOSO/PL/I/2021. Ucapan terima kasih kami sampaikan pula kepada Wawan Wahyu Andika, Nova, Sufianto selaku mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Universitas OSO Angkatan 2020 yang telah membantu dalam pengambilan data penelitian serta pihak terkait lain yang telah mendukung kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, M. A., Yona, D., Saputro, S. E. (2018). Species Diversity, Biomass, and Carbon Stock Assessments of Mangrove Forest in Labuhan, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 151(1), 1-8.
- Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kapuas. (2006). *Identifikasi dan Inventarisasi Mangrove di Wilayah Kerja Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Kapuas, Pontianak, Kalimantan Barat*
- CFCRRD-FORDA & CIFOR. (2011). *Carbon Stock Assessment in Mangrove Ecosystem of Kubu Raya West Kalimantan*. Final Report CFCRRD-FORDA. Bogor.
- Dharmawan I. W. E., Pramudji. (2014). *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*. COREMAP CTI LIPI.

- Dharmawan I. W. E., Siregar C. A. (2008). Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *J Penelitian Hutan dan Konserv Alam*, 5(4), 317-328.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., . . . Duke, N. (2010). Status and distribution of mangrove. *Global Ecology and Biogeography*, 1-6.
- Giesen W, Wulffraat S, Zieren M, Scholten L. (2006). *Mangrove guidebook for Southeast Asia*. FAO and Wetlands International.
- Habdiansyah, P., Lovadi, I., Linda, R. (2015). Profil Vegetasi Mangrove Desa Sebus Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Protobiont*, 4(2), 9-17.
- Hairiah K, Ekadinata, A, Sari, RR, Rahayu, S. (2011). *Pengukuran Cadangan Karbon Dari Tingkat Lahan Ke Bentang Lahan*, Edisi Kedua, World Agroforestry Center, Bogor.
- Harishma, K. M., Sandeep, S., Sreekumar, V. B. (2020). Biomass and carbon stocks in mangrove ecosystems of Kerala, southwest coast of India. *Ecological Processes*, 9(31), 1-9.
- Heriyanto, N.M. & Endro 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), 23–32.
- Kathiresan K, Bingham BL. (2001). Biology of mangrove and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40, 81-251.
- Komiyama, A., S. Pounparnt and S. Kato. (2005). Common Allometric Equations for Estimating the Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21, 471-477.
- Murdiyarto D., Purbopuspito J., Kauffman J. B. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089-1092.
- Patel, D., Patel, V., Katariya, B., & Khyati, P. (2014). Performance of Mangrove in Tsunami Resistance. *International Journal of Emerging Technology & Research*, 1(3), 29-32.
- Rafdinal, Linda, R., Minsas, S. (2019) Pola distribusi Aboveground Biomass Kawasan Hutan Mangrove Peniti, Kalimantan Barat. *Life Science*, 8(1), 1-9.
- Rusila Noor YS, Khazali M, Suryadiputra INN. (2006). Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor (ID): Wetland International Indonesia programme.
- Saifullah, S. (1985). Ecology of Mangroves. *Proc.Nat. Workshop on Mangroves*. 2932, Karachi: Pak.Agr.Res.Council, 29-32
- Yusandi S., Jaya I. N. S., Mulia F. (2018). Biomass Estimation Model for Mangrove Forest Using Medium-Resolution Imageries in Bsn Co Ltd Concession Area, West Kalimantan. *International Journal of Remote Sensing and Earth Science*, 15(1),1-37.