

Struktur Komunitas, Biomassa Permukaan dan Status Simpanan Karbon Biru di Kawasan Mangrove Terdegradasi Kabupaten Kolaka

La Ode Abdul Fajar Hasidu^{1*}, Arif Prasetya², Maharani¹, Nur Anisa¹, Risnita Tri Utami³,
Laode Muhamad Hazairin Nadia⁴

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Kampus B Jl. Jend. Sudirman, Buton Tengah, 93762 Indonesia

²Program Studi Ilmu Perikanan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka
Kampus B Jl. Jend. Sudirman, Buton Tengah 93762, Indonesia

³Program Studi Akuakultur, Universitas Prof. Dr. Hazairin, S.H
Jl Jendral Sudirman, Bengkulu 38117, Indonesia

⁴Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Halu Oleo
Jl. H.E.A. Mokodompit Kampus Baru Anduonohu, Kendari Indonesia

*Corresponding author, e-mail: fajarhasidu90@gmail.com

ABSTRAK: Ekosistem mangrove memiliki potensi yang cukup besar dalam menyerap emisi karbon dari atmosfer. Karbon tersebut mampu tersimpan di dalam biomassa maupun sedimen, dan dikenal sebagai blue carbon. Meskipun demikian, degradasi mangrove dapat mengganggu potensi tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas, biomassa permukaan (AGB), simpanan karbon biru vegetasi mangrove, serta kemampuan serapan karbon ekosistem mangrove yang telah mengalami degradasi di sepanjang pesisir Kabupaten Kolaka. Ekosistem mangrove di kawasan tersebut merupakan mangrove tepian (*Fringe Mangrove*), dan ketebalannya kurang dari 100 meter. Penelitian ini menggunakan metode transek kuadrat sejajar garis pantai. Sebanyak 5 plot berukuran 100m² diletakkan disepanjang transek. Data yang dikoleksi di setiap plot berupa diameter batang (dbh), jenis, dan jumlah jenis. AGB diestimasi menggunakan persamaan allometrik yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti terdahulu. Sementara itu stok karbon diestimasi menggunakan data AGB dan konstanta karbon dari bahan organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di pesisir Kolaka tersusun atas 8 spesies mangrove. Kerapatan mangrove tertinggi berturut-turut stasiun 3 (2180 ind/ha; kategori baik), stasiun 4 (2160 ind/ha; kategori baik), stasiun 1 (1520 ind/ha; kategori baik), dan stasiun 2 (1160 ind/ha; kategori sedang). Total AGB untuk seluruh stasiun sebesar 1242,29 ton/ha dengan AGB tertinggi pada stasiun 4 (455,58 ton/ha). Total stok karbon vegetasi mangrove untuk seluruh stasiun yaitu sebesar 583,85 ton/ha, dengan stok karbon tertinggi terdapat pada stasiun 4 (214,11 ton/ha). Sementara itu, total serapan karbon untuk seluruh stasiun sebesar 1362,46 ton/ha, dengan serapan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 4 (499,65 ton/ha). Nilai AGB berbanding lurus dengan nilai stok karbon dan serapan karbon.

Kata kunci: AGB, stok karbon, mangrove.

Community Structure, Aboveground Biomass and Blue Carbon Status at Degraded Mangrove Area of Kolaka Regency

ABSTRACT: Mangrove ecosystem has a great potential to absorb carbon emission from atmosphere. Those carbon could be stored into the biomass as well as into the sediment, and it's well known as blue carbon. Nevertheless, mangrove degradation could disturb those mangrove potential. The aims of this study were to know the community structure, aboveground biomass (AGB), blue carbon stocks of mangrove vegetation, as well as the ability of carbon absorption of degraded mangrove ecosystem along Kolaka Coastal Line. The mangrove ecosystem at those areas was a fringe mangrove, and the mangrove thickness less than 100 meters. This study using

quadratic transect method perpendicular to the coastal line. 5 plots sized 100m² were placed along transect line. The data were collected in each plot were stem diameter (dbh), species and total of species. The AGB were estimated using allometric equation that has been developed by previous researcher. Meanwhile, the carbon stock was estimated by using the AGB data and carbon constant value from organic matter. The results of this study showed that mangrove ecosystem of Kolaka coastal line constructed by 8 mangrove species. The highest mangrove density were station 3 (2180 ind/ha; good category), station 4 (2160 ind/ha; good category), station 1 (1520 ind/ha; good category), and station 2 (1160 ind/ha; medium category) respectively. The AGB total for all stations was about 1242,29 ton/ha, with the highest AGB was in the station 4 (455,58 ton/ha). The total of carbon stock of mangrove vegetation for all stations was about 583,85 ton/ha, with the highest carbon stock was in the station 4 (214,11 ton/ha). Meanwhile, the total of carbon absorption for all stations was about 1362,46 ton/ha, with the highest carbon absorption was in the station 4 (499,65 ton/ha). The AGB values has directly proportional to the carbon stock and carbon absorption.

Keywords: AGB, carbon stock, mangrove

PENDAHULUAN

Karbon biru (*Blue Carbon*) merupakan karbon yang diserap dan diakumulasi oleh ekosistem pesisir, salah satunya adalah ekosistem mangrove. Menurut Kauffman *et al.* (2014), mangrove merupakan sebuah ekosistem dengan peranan yang sangat vital dalam upaya penyerapan dan penimbunan emisi karbon dari atmosfer. Tingginya biomassa tumbuhan mangrove serta kemampuan sedimennya dalam menimbun nekromassa di atas permukaan sedimen menjadikan ekosistem ini sebagai salah satu ekosistem yang memiliki potensi yang sangat tinggi dalam menyerap dan menyimpan karbon biru tersebut.

Ancaman degradasi ekosistem mangrove terjadi di beberapa Negara Asia yang disebabkan karena berbagai tekanan aktivitas masyarakat (Faridah, 2015). Degradasi dan perubahan penggunaan kawasan mangrove sangat berdampak terhadap kerusakan ekosistem mangrove (Hasidu *et al.*, 2020; Hasidu *et al.*, 2021a). Akibatnya fungsi ekosistem dalam menyerap, mengakumulasi karbon biru, menjadi berkurang. Selain terganggunya fungsi penyerapan karbon, Hamilton & Friess. (2018); Kauffman *et al.* (2014) menyatakan bahwaterlepasnya emisi karbon ke atmosfer juga merupakan salah satu dampak dari kerusakan mangrove.

Komunitas mangrove merupakan formasi tumbuhan yang menempati kawasan pesisir, memiliki peranan yang sangat vital sebagai penyerap emisi karbon dan penyimpan karbon tertinggi di kawasan pesisir sebagai upaya mitigasi perubahan iklim (Lestariningsih *et al.*, 2018; Nugraha *et al.*, 2020; Nuraini *et al.*, 2021; Wijaya *et al.*, 2019). Vegetasi mangrove menyerap emisi karbon melalui proses fotosintesis, serta menyimpan karbon tersebut dalam bentuk biomasnya (Suryono *et al.*, 2018). Untuk itu, jika ekosistem mangrove ini mengalami degradasi, maka fungsi penyerapan dan penyimpanan karbonnya tidak akan berjalan optimal.

Menurut Hasidu *et al.* (2020) ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Kolaka saat ini mengalami degradasi dan konversi lahan menjadi berbagai keperluan, salah satunya pemukiman dan tambak tradisional masyarakat. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hasidu *et al.* (2021a) di salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Kolaka memperoleh hasil bahwa sebagian mangrove di kawasan tersebut telah mengalami konversi menjadi tambak. Meskipun demikian, sisa ekosistem mangrove masih dapat dijumpai di sepanjang pesisir Kabupaten Kolaka. Ekosistem mangrove yang tersisa merupakan ekosistem mangrove tepian (*Fringe Mangrove*) yang berbatasan langsung dengan lautan. Ketebalan mangrove tepian di lokasi tersebut kurang dari 100 meter, sehingga diprediksi ekosistem mangrove yang tersisa masih memiliki fungsi ekologis sebagai penyerap dan penyimpan emisi karbon dari atmosfer.

MATERI DAN METODE

Pengambilan data dilakukan pada bulan Mei-Juli 2022, di kawasan mangrove pesisir Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kawasan mangrove pesisir tersebut merupakan mangrove tepian (*fringe mangrove*) yang saat ini mengalami ancaman degradasi akibat adanya aktivitas pembukaan lahan untuk kawasan tambak, infrastruktur jalan dan pemukiman. Selain itu, ekosistem ini juga terletak di antara dua kawasan industri pertambangan nikel yang ada di Kabupaten Kolaka. Secara lebih rinci, lokasi pengambilan data tersebut disajikan pada Gambar 1.

Prosedur koleksi data menggunakan metode transek kuadrat yang mengacu kepada Analuddin *et al.* (2015); Hasidu *et al.* (2021a); Hasidu *et al.* (2021b); Dharmawan & Pramudji. (2017). Sepanjang 100meter transek kuadrat diletakkan sejajar dengan garis pantai. Di sepanjang transek kuadrat diletakkan plot permanen dengan ukuran 100m² sebanyak 5 plot.

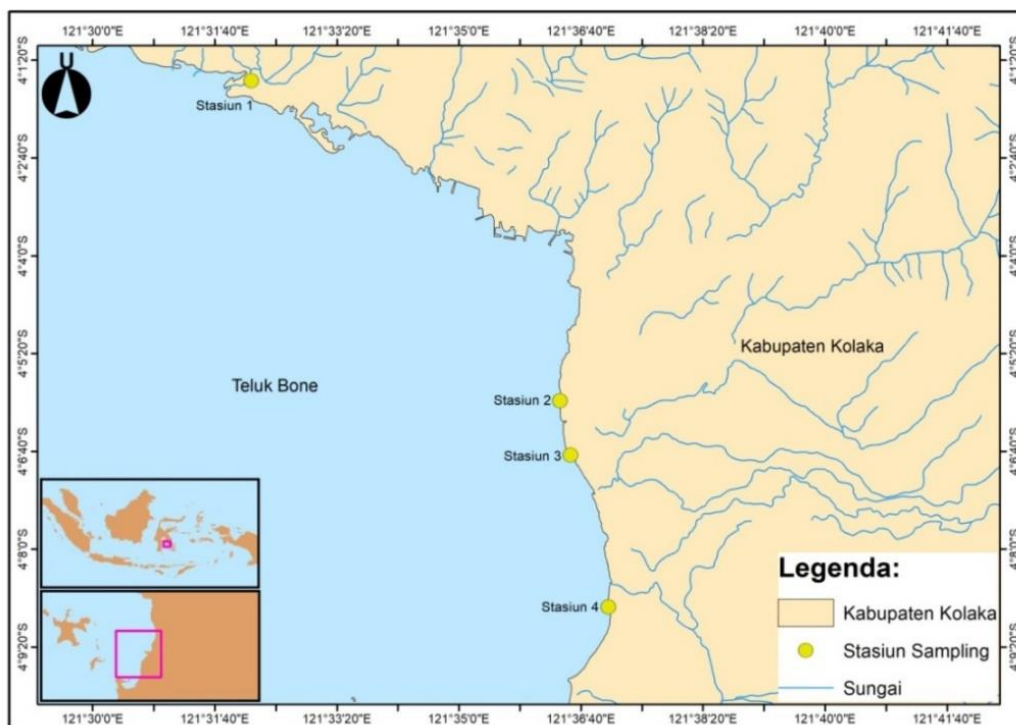
Data diameter batang (dbh) mangrove diukur untuk semua jenis mangrove yang ada di dalam plot permanen. Selain data dbh, dilakukan pula identifikasi jenis mangrove menggunakan panduan pengenalan mangrove Indonesia (Noor *et al.*, 2006). Pengukuran dbh mangrove untuk mendapatkan nilai kerapatan dan indeks nilai penting (INP).

Data struktur komunitas dan kondisi vegetasi dianalisis untuk memperoleh nilai kerapatan (K), dan indeks nilai penting (INP) menggunakan Microsoft Office Excel. Penentuan strata pertumbuhan mangrove berdasarkan ukuran dbh (pohon dbh ≥ 5cm, sapling dbh <5 cm), mengacu kepada Dharmawan & Pramudji (2017).

Estimasi biomassa permukaan menggunakan ukuran dbh dan persamaan allometrik untuk setiap spesies yang spesifik. Penyajian data biomassa permukaan (AGB) menggunakan software KGraph versi 4.0. Berikut beberapa persamaan allometrik untuk setiap spesies yang spesifik terhadap mangrove yang ditemukandi lokasi penelitian.

Status stok karbon biru diestimasi berdasarkan metode IPCC (2006), yaitu dengan menggunakan data biomassa permukaan dan konstanta karbon dari bahan organik (0,47), dengan rumus berikut :

$$\text{Stok Karbon} = 0,47 \times \text{Biomassa}$$



Gambar 1. Peta stasiun penelitian di pesisir Kabupaten Kolaka

Tabel 1. Persamaan-persamaan allometrik beberapa spesies mangrove

Jenis	Persamaan Allometrik	Referensi
<i>R. apiculata</i>	$W_{top} = 0,268DBH^{2,345} R^2 = 0,93; n = 8$	Kangkuso <i>et al.</i> (2018)
<i>R. mucronata</i>	$W_{top} = 0,143DBH^{2,519} R^2 = 0,97; n = 8$	Kangkuso <i>et al.</i> (2018)
<i>R. stylosa</i>	$W_{top} = 0,1579DBH^{2,593} R^2 = 0,98; n = 8$	Analuddin <i>et al.</i> (2020)
<i>X. granatum</i>	$W_{top} = 0,0823DBH^{2,59} R^2 = 0,99; n = 15$	Clough & Scott. (1989)
<i>C. tagal</i>	$W_{top} = 0,529 DBH^{2,04} R^2 = 0,96; n = 8$	Kangkuso <i>et al.</i> (2018)
<i>B. gymnorhiza</i>	$W_{top} = 0,186DBH^{2,31} R^2 = 0,99; n = 17$	Clough & Scott. (1989)
<i>Soneratia spp.</i>	$W = 0,258 DBH^{2,287} R^2 = 0,91; n = 30$	Kusmana <i>et al.</i> (2018)
<i>A. lanata</i>	$W_{top} = 0,1814 DBH^{2,2825} R^2 = 0,98; n = 13$	Hasidu <i>et al.</i> (2022)

Estimasi serapan CO₂ oleh vegetasi mangrove mengacu kepada (Zulhalifah *et al.*, 2021) berikut :

$$\text{Serapan Karbon dioksida} = \text{Mr.CO/Ar.C} \times \text{Stok Karbon}$$

Estimasi stok karbon biru maupun estimasi serapan CO₂ menggunakan software Microsoft Excel. Penyajian data stok karbon biru menggunakan software KGraph versi 4.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis struktur komunitas mangrove yang ada di lokasi penelitian (Tabel 2), diperoleh stasiun 1 dan 4 tersusun atas lima jenis mangrove sebagai penyusun komunitasnya, sedangkan stasiun 3 hanya terdapat tiga jenis mangrove penyusunnya. Sementara itu, stasiun 2 hanya tersusun atas satu jenis mangrove saja (monospesifik).

Hasil yang sama diperoleh oleh Hasidu *et al.* (2021a) di ekosistem mangrove Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka. Jenis's mangrove penyusun vegetasi terdiri 5 jenis yaitu *R. apiculata*, *R. mucronata*, *C. tagal*, *B. gymnorhiza*, dan *S. alba*. Jumlah ini lebih banyak jika dibandingkan dengan data Profil Kawasan Konservasi Sulawesi Tenggara (2015) yang menyatakan bahwa jumlah jenis mangrove di Kabupaten Kolaka tersusun atas dua jenis mangrove. Sementara itu, jika dibandingkan dengan jumlah jenis mangrove yang ditemukan di beberapa ekosistem mangrove di Sulawesi Tenggara, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini jauh lebih sedikit. Momo & Rahayu (2018) memperoleh 9 jenis mangrove penyusun ekosistem di Kecamatan Wakorumba Selatan, Kabupaten Muna. Agusri *et al.* (2015) memperoleh 8 jenis mangrove penyusun ekosistem di Pulau Kaledupa, Taman Nasional Wakatobi. Sementara itu, Analuddin *et al.* (2016) menemukan 8 spesies mangrove yang mendominasi di sepanjang aliran sungai Lanowulu Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai. Jika dibandingkan dengan kawasan lain di luar Sulawesi Tenggara, Akbar *et al.* (2017) menemukan total 12 jenis mangrove di Teluk Dodingga, Maluku Utara, dan Akbar *et al.* (2018) menemukan total 9 jenis di Kecamatan Jailolo Selatan, Maluku Utara.

Rendahnya komposisi spesies mangrove yang ada di lokasi penelitian disebabkan karena ekosistem mangrove tersebut sudah mengalami degradasi akibat adanya pembangunan perkotaan, dan pembangunan kawasan tambak. Oleh karena itu, kawasan mangrove yang tersisa merupakan mangrove tepian (*Fringe mangrove*) yang berbatasan langsung dengan laut, sehingga zonasi mangrove tidak terbentuk. Selain itu, ketebalan mangrove tepi ini juga yang kurang dari 100 meter, sehingga habitatnya pun terbatas. Hal ini didukung oleh Hasidu *et al.* (2020) dan Hasidu *et al.* (2021a) yang menyatakan bahwa degradasi dan alih fungsi mangrove terjadi di Kabupaten Kolaka.

Kerapatan mangrove yang ditemukan di keempat lokasi penelitian (Tabel 2), ditemukan pula bahwa stasiun 3 memiliki kerapatan mangrove yang jauh lebih tinggi (2180 ind/ha) dengan status baik/padat, namun tidak jauh berbeda dengan kerapatan mangrove di stasiun 4 (2160 ind/ha) yang

juga dengan status baik/padat. Sementara itu kerapatan mangrove di stasiun 1 dan 2 diperoleh sebesar 1840 ind/hadengan status baik/padat dan 1160 ind/ha dengan status sedang.

Berdasarkan Kepmen LH nomor 201, tahun 2004, status kerapatan mangrove yang ditemukan di lokasi penelitian yaitu berada pada kategori baik/padat dengan kerapatan >1500 ind/ha (stasiun 3, 4, 1) dan sedang dengan kerapatan 1000-1500 ind/ha (stasiun 2). Jika dibandingkan dengan kerapatan mangrove yang ada di beberapa ekosistem mangrove Sulawesi Tenggara, Kerapatan mangrove yang ada di lokasi penelitian ini lebih rapat. Rudia *et al.* (2019) memperoleh kerapatan mangrove di Pulau Towea, Kabupaten Muna yang lebih rendah (375 sampai dengan 1600 ind/ha).

Hasil analisis AGB dan simpanan karbon biru komunitas mangrove yang ada di keempat lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 3. AGB dan simpanan karbon biru ekosistem mangrove menggambarkan stok biomassa dan kemampuan penyerapan karbon dari atmosfer oleh ekosistem tersebut yang kemudian tersimpan di dalam biomasnya. Berdasarkan hasil estimasi AGB di setiap stasiun lokasi penelitian, diperoleh bahwa total AGB tertinggi terdapat di stasiun 4 sebesar 455,58 ton/ha, diikuti oleh stasiun 3 (397,35 ton/ha), stasiun 2 (196,29 ton/ha), dan stasiun 1 (193,07 ton/ha). Hasil estimasi stok karbon biru yang diperoleh berbanding lurus dengan AGB. Stok karbon biru tertinggi terdapat stasiun 4 (214,11 ton/ha), diikuti oleh stasiun 3 (186,75 ton/ha), stasiun 2 (92,25 ton/ha), dan stasiun 1 (90,74 ton/ha).

Tabel 2. Struktur komunitas mangrove di Kabupaten Kolaka

Lokasi	Strata	Jenis	Σ Ind	K (ind/ha)	KR (%)	F	FR (%)	DR (%)	INP (%)	Status
Stasiun 1	Sapling	<i>R. apiculata</i>	4	80	25	0,4	25,00	23,32	73,33	Baik/ Padat
		<i>R. mucronata</i>	1	20	6,25	0,2	12,50	6,94	25,70	
		<i>X. granatum</i>	10	200	62,5	0,8	50,00	61,59	174,09	
		<i>C. tagal</i>	1	20	6,25	0,2	12,50	8,13	26,88	
		SUB TOTAL	16	320	100	1,6	100	100	300	
	Pohon	<i>R. apiculata</i>	55	1100	72,36	1	31,25	74,64	178,26	
		<i>C. tagal</i>	10	200	13,15	1	31,25	14,37	58,78	
		<i>R. Mucronata</i>	4	80	5,26	0,4	12,5	0,08	17,84	
		<i>X. granatum</i>	6	120	7,89	0,6	18,75	2,61	29,26	
		<i>B. gymnorhiza</i>	1	20	1,31	0,2	6,25	8,27	15,84	
SUB TOTAL			1520	100	3,2	100	100	300		
TOTAL			76	1840						
Stasiun 2	Pohon	<i>R. apiculata</i>	58	1160	100	1	100	100	300	Sedang
		TOTAL	58	1160	100	1	100	100	300	
Stasiun 3	Pohon	<i>R. apiculata</i>	92	1840	84,40	1	45,45	74,38	204,24	Baik/ Padat
		<i>B. gymnorhiza</i>	12	240	11,00	0,8	36,36	8,29	55,66	
		<i>S. alba</i>	5	100	4,58	0,4	18,18	17,32	40,09	
		TOTAL	109	2180	100	2,2	100	100	300	
Stasiun 4	Pohon	<i>R. apiculata</i>	10	200	9,25	0,2	9,09	3,75	22,10	Baik/ Padat
		<i>A. lanata</i>	10	200	9,25	0,2	9,09	7,20	25,55	
		<i>S. alba</i>	76	1520	70,37	1	45,45	83,42	199,25	
		<i>R. mucronata</i>	7	140	6,48	0,4	18,18	4,50	29,17	
		<i>R. styosa</i>	5	100	4,62	0,4	18,18	1,10	23,91	
		TOTAL	108	2160	100	2,2	100	100	300	

Keterangan: ind (individu); K (kerapatan); KR (kerapatan relatif); F (frekuensi); FR (frekuensi relatif); DR (dominansi relatif); INP (indeks nilai penting); Status berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 201, tahun 2004.

Tingginya hasil AGB dan stok karbon biru di kedua lokasi tersebut (stasiun 4 dan 3) dikarenakan jumlah tegakan penyusun komunitas mangrove di kedua ekosistem tersebut yang lebih banyak (108 dan 109 individu), jika dibandingkan dengan stasiun 1 dan stasiun 2 (92 dan 58 individu) (Tabel 2). Selain itu, kerapatan mangrove di kedua stasiun tersebut (stasiun 4 dan 3) juga lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya (2160 dan 2180 ind/ha). Semakin banyak jumlah tegakan, semakin besar ukuran dbh, dan semakin tinggi kerapatan mangrove, maka AGB akan semakin tinggi pula.

Sementara itu, berdasarkan jenis mangrovenya, jenis *S. alba* di stasiun 4, dan *R. apiculata* di stasiun 3 memiliki AGB dan stok karbon biru yang lebih tinggi (AGB *S. alba*: 394,27ton/ha; stok karbon biru: 185,30 ton/ha, dan AGB: *R. apiculata*: 306,66 ton/ha; stok karbon biru: 144,13 ton/ha). Hasil ini juga dikarenakan kerapatan jenis yang ditemui di kedua lokasi penelitian. Jenis *S. alba* di stasiun 4 ditemukan dengan kerapatan 1520 ind/ha yang jauh lebih rapat jika dibandingkan jenis lain di stasiun 4 yang berkisar antara 100 – 200 ind/ha. Hasil yang sama juga diperoleh untuk jenis *R. apiculata* di stasiun 3. Kerapatan *R. apiculata* jauh lebih tinggi (1840 ind/ha) dibandingkan jenis lain di stasiun 3, yang berkisar antara 100 – 240 ind/ha. Zulhalifah *et al.* (2021) juga menemukan bahwa terdapat dua spesies yang memiliki kontribusi yang lebih besar sebagai penyimpan stok karbon jika dibandingkan spesies lain, yaitu *S. alba* dan *R. apiculata*. Hasil ini dikarenakan kedua spesies tersebut mendominasi dalam kawasan, dengan jumlah individu kedua spesies tersebut berturut-turut 232 individu dan 118 individu. Hasil tersebut membuktikan bahwa semakin banyak jumlah individu suatu spesies mangrove di dalam suatu kawasan, maka semakin tinggi pula total biomassa dan stok karbonnya. Selain itu, semakin besar ukuran dbh suatu spesies, maka semakin besar pula biomassa dan stok karbon yang tersimpan.

Tabel 3. Biomassa permukaan (AGB), simpanan karbon dan penyerapan CO₂

Lokasi	Spesies	∑	dbh (cm)	AGB (ton/ha)	Stok Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)
Stasiun 1	<i>R. apiculata</i>	59	3,18 – 24,26	120,97	56,86	132,66
	<i>R. mucronata</i>	5	4,26 – 36,97	38,85	18,26	42,61
	<i>C. tagal</i>	11	4,61 – 21,49	20,35	9,56	22,32
	<i>B. gymnorrhiza</i>	1	31,27	10,57	4,97	11,60
	<i>X. granatum</i>	16	3,12 – 10,98	2,33	1,10	2,57
	Sub-Total	92		193,07	90,74	211,77
Stasiun 2	<i>R. apiculata</i>	58	5,09 – 37,26	196,29	92,25	215,26
	Sub-Total	58		196,29	92,25	215,26
Stasiun 3	<i>R. apiculata</i>	92	6,46 – 24,52	306,66	144,13	336,31
	<i>B. gymnorrhiza</i>	12	5,92 – 22,45	20,75	9,75	22,76
	<i>S. alba</i>	5	18,43 – 43,66	69,94	32,87	76,71
	Sub-Total	109		397,35	186,75	435,78
Stasiun 4	<i>R. apiculata</i>	10	7,00 – 16,56	16,77	7,88	18,40
	<i>R. mucronata</i>	7	14,64 – 22,69	19,47	9,15	21,35
	<i>R. stylosa</i>	5	7,96 – 10,19	4,47	2,10	4,91
	<i>A. lanata</i>	10	5,28 – 22,29	20,6	9,68	22,60
	<i>S. alba</i>	76	5,41 – 77,38	394,27	185,30	432,39
	Sub-Total	108		455,58	214,11	499,65
TOTAL		367		1242,29	583,85	1362,46

Total AGB dan stok karbon, dan serapan CO₂ secara keseluruhan untuk semua stasiun menunjukkan hasil yang cukup tinggi, yaitu AGB total sebesar 1242,29 ton/ha, stok karbon sebesar 583,85 ton/ha, dan serapan CO₂ total sebesar 1362,46 ton/ha (Tabel 3). Hasidu *et al.* (2022) menemukan hasil yang jauh lebih sedikit. Total AGB yang diperoleh yaitu 40,08±4,97 ton/ha, stok karbon 18,83±2,33 ton/ha, dan serapan karbon 43,95±5,45 ton/ha. Hal ini dikarenakan kawasan mangrove yang menjadi objek penelitiannya merupakan kawasan mangrove yang baru ±10 tahun mengalami regenerasi secara alami, dengan dbh < 10 cm, serta merupakan kawasan mangrove monospesifik (hanya tersusun atas 1 spesies, yaitu *A. lanata*). Selain itu, Yaqin *et al.* (2022) juga menemukan hasil yang lebih rendah dimana total karbon pada vegetasi mangrove di kawasan mangrove Tapak, Semarang sebesar 399,06 ton/ha. Namun serapan CO₂ lebih sebesar 1463,22 ton/ha jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

Nuraini *et al.* (2021) menemukan total stok karbon vegetasi mangrove di Pulau Nyamuk, Kepulauan Karimunjawa sebesar 1176,48 ton/ha. Hasil tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini. Hal ini kemungkinan dikarenakan kawasan Kepulauan Karimunjawa merupakan kawasan konservasi, sedangkan kawasan pesisir Kabupaten Kolaka bukan merupakan kawasan konservasi, sehingga mangrove di kawasan ini cenderung terdegradasi. Hal ini didukung oleh Hasidu *et al.* (2020) & Hasidu *et al.* (2021a) yang menyatakan bahwa ekosistem mangrove di Kabupaten Kolaka sudah terdegradasi dan mengalami alih fungsi. Menurut hasil yang diperoleh oleh Nugraha *et al.* (2020), perubahan luasan kawasan mangrove yang semakin meningkat tiap tahunnya diikuti dengan peningkatan biomassa dan simpanan karbonnya.

Selain itu, Zuhhalifah *et al.* (2021) menemukan total stok karbon dan total serapan CO₂ yang lebih tinggi di Teluk Jor, Lombok Timur, yaitu stok karbon sebesar 697,45 ton/ha, dan serapan CO₂ sebesar 2559,63 ton/ha. Tingginya stok karbon dan serapan CO₂ di kawasan tersebut dikarenakan jumlah total individu yang lebih tinggi (475 individu), dibandingkan jumlah total individu yang diperoleh dalam hasil penelitian ini, yaitu 367 individu. Semakin banyak jumlah total individu, maka semakin rapat kondisi vegetasinya, serta biomassa dan stok karbonnya juga semakin besar. Selain jumlah individu, ukuran dbh juga mempengaruhi biomassa, stok karbon dan serapan CO₂. Analuddin *et al.* (2020) menyatakan bahwa adanya perbedaan biomassa dan stok karbon disebabkan karena beberapa faktor seperti struktur tegakan maupun karakteristik habitatnya.

KESIMPULAN

Kondisi kerapatan mangrove bervariasi antar stasiun. Kerapatan mangrove tertinggi terdapat pada stasiun 3 (2180 ind/ha; kategori baik), dan terendah terdapat pada stasiun 2 (1160 ind/ha; kategori sedang). Total AGB untuk seluruh stasiun sebesar 1242,29 ton/ha dengan AGB tertinggi pada stasiun 4 (455,58 ton/ha). Total stok karbon vegetasi mangrove untuk seluruh stasiun yaitu sebesar 583,85 ton/ha, dengan stok karbon tertinggi terdapat pada stasiun 4 (214,11 ton/ha). Sementara itu, total serapan karbon untuk seluruh stasiun sebesar 1362,46 ton/ha, dengan serapan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 4 (499.65 ton/ha). Nilai AGB berbanding lurus dengan nilai stok karbon dan serapan karbon. Meskipun ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Kolaka telah terdegradasi akibat adanya alih fungsi, namun ekosistem mangrove yang tersisa (*fringe mangrove*) masih memiliki kemampuan sebagai penyimpan stok karbon dan penyerap emisi karbon dari atmosfer. Untuk itu, diperlukan upaya pengelolaan secara berkelanjutan terhadap ekosistem mangrove yang masih tersisa serta upaya perluasan kawasan mangrove untuk mengoptimalkan peranan ekosistem tersebut dalam menyerap emisi karbon dan menyimpannya ke dalam biomassa maupun sedimennya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, atas hibah riset Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2022, nomor kontrak: 113/UN56.D.01/PN.03.00/2022. Terimakasih kepada Rektor dan Kepala LPPM-PMP Universitas

Sembilanbelas November Kolaka. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Wetland Ecosystem and Biodiversity Care (WEBCare) yang telah membantu di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusrinal, Santoso, N. & Prasetyo, L.B. 2015. Tingkat Degradasi Ekosistem mangrove di pulau kaledupa taman nasional wakatobi, *Jurnal Silviculture Tropika*, 06(3):139-147.
- Akbar, N., Ibrahim, A., Haji, I., Tahir, I., Ismail, F., Ahmad, M. & Kotta, R. 2018. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Tewe, Kecamatan Jailolo Selatan, Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara, *Jurnal Enggano*, 3 (1):81-97.
- Akbar, N., Marus, I., Haji, I., Abdullah, S., Umalekhoa, S., Ibrahim, F.S., Ahmad, M., Ibrahim, A., Kahar, A. & Tahir, I. 2017. Struktur Komunitas Hutan Mangrove di Teluk Dodinga, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara, *Jurnal Enggano*, 2(1): 78-89.
- Analuddin, K., Jamili, Raya, R., Rahim, S., Alfirman, & Izal. 2016. Struktur Hutan Mangrove sebagai Habitat Hewan Endemik Anoa Dataran Rendah (*Bubalus* sp.) di Taman Nasional Rawa Aopa Watumohai, *Biowallacea*, 3(2):384-395.
- Analuddin, K., Jamili., Septiana, A., Izal., Fajar, L.O.A., Raya, R., Sahidin, I., Rianse, U., Rahim, S., Alfirman., Sharma, S. & Nadaoka, K. 2015. Aboveground Biomass Status and Management Effort of Unprotected Mangrove Forest at the Surrounding Areas of Rawa Aopa Watumohai National Park, Indonesia. *Proceeding of Advances in Environmental and Geological Science and Engineering*. Salerno, Itali.
- Analuddin, K., Kadidae, L.O., Haya, L.O.M., Septiana, A., Sahidin, I., Syahrir, L., Rahim, S., Fajar, L.O.A. & Nadaoka, K. 2020. Aboveground Biomass, Productivity and Carbon Sequestration in *Rhizophora stylosa* Mangrove Forest of Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4): 1316-1325. DOI: 10.13057/biodiv/d210407.
- Analuddin, K., Kadidae, L.O., Yasir, L.O.M., Septiana, A., Sahidin, I., Syahrir, L., Rahim, S., Fajar, L.O.A. & Nadaoka, K. 2020. Aboveground Biomass, Productivity and Carbon Sequestration in *Rhizophora stylosa* Mangrove Forest of Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*. 21(3): 1316-1325. DOI: 10.13057/biodiv/d210407.
- Analuddin, K., Sharma, S., Jamili, J., Septiana, A., Sahidin, I., Rianse, U., Rahim, S. & Nadaoka, K. 2018. Trends in Allometric Models and Aboveground Biomass of Family *Rhizophoraceae* Mangroves in the Coral Triangle Ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(7):691-711, DOI: 10.1080/10549811.2018.1453843.
- Clough, B.F. & Scott, K. 1989. Allometric Relationship for Estimating Above-ground Biomass in Six Mangrove Species. *Forest and Management*, 27(1989):117-127.
- Dharmawan, I.W.E., & Nontji, A., 2017. Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove. (edisi 2). COREMAP-CTI LIPI.Jakarta.
- Faridah, H.I., Hakeem, A.L.K.R. & Ozturk, M. (Editors). Mangrove Ecosystems of Asia Status, Challenges and Management Strategies. 2015. Springer New York Heidelberg Dordrecht London. DOI 10.1007/978-1-4614-8582-7.
- Hamilton, S.E. & Friess, D.A. Global Carbon Stocks and Potential Emissions due to Mangrove Deforestation From 2000 to 2012. *Nature Climate Change*, 8(3):240-244. DOI: 10.1038/s41558-018-0090-4
- Hasidu, L.O.A.F., Prasetya, A., Maharani., Asni., Agusriyadin., Mubarak, A.A., Ibrahim, A.F., Kamur, S. & Kharisma, G.N. 2021a. Analisis Vegetasi, Estimasi Biomassa dan Stok Karbon Ekosistem Mangrove Pesisir Kecamatan Latambaga, Kabupaten Kolaka. *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*, 5(2):60-71.
- Hasidu, L.O.A.F., Prasetya, A., Maharani., Syaiful, M., & Analuddin, K., 2022. Allometric Model, Aboveground Biomass, and Carbon Sequestration of Natural Regeneration of *Avicennia lanata* (Ridley). at in-active Pond of Muna Regency, Southeast Sulawesi. *Hayati Journal of Bioscience*, 29(3):399-408. DOI: 10.4308/hjb.29.3.399-408.
- Hasidu, L.O.A.F., Prasetya, A., & Ode, A.T.L. 2021b. Karakteristik Vegetasi dan Simpanan Karbon Sedimen Kawasan Regenerasi Mangrove *Avicennia lanata* (Ridley). di Pesisir Kabupaten Muna. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, 8(2):134-143.

- Hasidu, L.O.A.F., Jamili., Kharisma., G.N., Prasetya., A., Maharani., Riska., Rudia, L.O.A.P., Ibrahim, A.F., Mubarak, A.A., Muhsafaat, L.O. & Anzani, L. 2020. Diversity of Mollusks (Bivalves and Gastropods) in Degraded Mangrove Ecosystems of Kolaka District, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(12): 5884-5892. DOI: 10.13057/biodiv/d211253.
- IPCC 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme Institute For Global Environmental Strategies, Japan.
- Jamili., 2019. Flora Mangrove Taman Nasional Wakatobi. Penerbit Universitas Halu Oleo Press. Kendari.
- Kauffman, J.B., Heider, C., Norfolk, J. & Payton, F. 2014. Carbon Stocks of Intact Mangroves and Carbon Emissions Arising from Their Conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, 24(3):518–527.
- Keputusan Menteri LH tahun 2004. *Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 201 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*. No. 201, Indonesia.
- Kusmana, C., Hidayat, T., Tiryana, T., Rusdiana, O., & Istomo., 2018. Allometric Models for Above- and Below-ground Biomass of *Sonneratia* spp. *Global Ecology and Conservation*, 15:e00417. DOI: 10.1016/j.gecco.2018.e00417.
- Lestariningsih, W.A., Soenardjo, N. & Pribadi, R. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Kawasan Mangrove di Desa timbulsloko, demak, jawa tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2):121-130.
- Momo, L.O.H. & Rahayu, W.O.S. 2018. Analysis of Mangrove Forest Vegetation in Wambona Village, South Wakorumba District, Muna Regency, Indonesia. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 2(1):10-16. DOI: 10.29239/j.akuatikisile.2.1.10-16
- Noor, Y.R., Khazali. & Suryadiputra. 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Wetlands International Indonesia Programe.
- Nugraha, F.W., Pribadi, R. & Wirasatriya, A. 2020. Kajian Perubahan Luasan untuk Prediksi Simpanan Karbon Ekosistem Mangrove di Desa Kaliwlingi, Kabupaten Brebes. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2):104-116.
- Nuraini, R.A.T., Pringgenies, D., Suryono, C.A. & Adhari, V.H. 2021. Stok Karbon pada Tegakan Vegetasi Mangrove di Pulau Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(2):180–188.
- Profil Kawasan Konservasi Provinsi Sulawesi Tenggara (EKP3K) Tahun 2015. Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Rudia, L.O.A.P., Bahtiar, B., Jamili., Muhsin, M. & Nasaruddin, N. 2019. Diversitas Gastropoda Berdasarkan Tingkat Kerusakan Mangrove di Pulau Towea Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, 6(1): p.8742. DOI: 10.33772/biowallacea.v6i1.8742.
- Suryono., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R. & Rozy, E.E. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1):1–8.
- Yaqin, N., Rizkiyah, M., Putra, E.A., Suryanti, S. & Febrianto, S. 2022. Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di Desa Tugurejo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(1):19–29.
- Wijaya, D., Suryono. & Soenardjo, N. 2019. Ekologi Mangrove di Pesisir Kecamatan Tongas dan Sumberasih Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. *Journal of Marine Research*, 8(2):218-222.
- Zulhalifah, Z., Syukur, A., Santoso, D. & Karnan. 2021. Species Diversity and Composition, and Above-ground Carbon of Mangrove Vegetation in Jor Bay, East Lombok, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(4): 2066-2071. DOI: 10.13057/biodiv/d220455