



SERAPAN KARBON HUTAN MANGROVE DI BAGEK KEMBAR KECAMATAN SEKOTONG KABUPATEN LOMBOK BARAT

Baiq Farista^{1*} dan Arben Virgota²

^{1&2}Program Studi Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Mataram, Indonesia

E-Mail : bfarista@unram.ac.id

Submit: 11-05-2021; Revised: 20-05-2021; Accepted: 26-05-2021; Published: 30-06-2021

ABSTRAK: Jasa lingkungan hutan mangrove sebagai penyerap karbon merupakan salah satu manfaat tidak langsung dari ekosistem mangrove. Penyerapan karbon dilakukan oleh vegetasi mangrove melalui proses fotosintesis. Pada penelitian ini, jasa lingkungan mangrove sebagai penyerap karbon dinilai berdasarkan kemampuan menyerap CO₂, yang dinyatakan dalam satuan ton karbon (tC, tCO₂), dan nilai ekonomi simpanan karbon dengan satuan moneter (Rp). Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar, Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat. Metode yang digunakan untuk mengambil sampel adalah *stratified random sampling*, dimana penempatan plot pengamatan ditentukan secara acak. Plot pengamatan untuk tiap tipe pertumbuhan disusun secara bertingkat dengan ukuran yang berbeda. Plot ukuran 10 m x 10 m untuk pohon, 5 x 5 m untuk anakan, dan 2 x 2 m untuk semai. Pohon adalah mangrove dengan ukuran diameter batang > 4 cm, anakan memiliki diameter batang berukuran 4 cm dan tinggi > 1 m, dan semai adalah mangrove dengan tinggi < 1 m. Penelitian ini menunjukkan bahwa, vegetasi mangrove di lokasi penelitian hingga saat ini telah menyerap karbon sebesar 6,437.80 ton CO_{2eq}, dan nilai moneter sebesar Rp. 482.834.700 (empat ratus delapan puluh dua juta delapan ratus tiga puluh empat ribu tujuh ratus rupiah).

Kata Kunci: Mangrove, Serapan Karbon, Bagek Kembar Sekotong.

ABSTRACT: The environmental services of mangrove forests as carbon sinks are one of the indirect benefits of the mangrove ecosystem. The absorption of carbon is carried out by mangrove vegetation through the process of photosynthesis. In this study, mangrove environmental services as carbon sinks are based on the ability to absorb CO₂ expressed in carbon units (tC, tCO₂), and the economic value of carbon storage in monetary units (Rp). This research was conducted in the Bagek Kembar Mangrove Ecotourism Area, Sekotong District, West Lombok Regency. The method used to take samples is stratified random sampling, where the placement of the plots is determined randomly. The observation plots for each type of growth are arranged in stages with different sizes. The plots are 10 m x 10 m for trees, 5 x 5 m for seedlings, and 2 x 2 m for seedlings. Trees are mangroves with trunk diameter > 4 cm, tillers have a stem diameter of 4 cm and, a height of > 1 m, and seedlings are mangroves with a height of < 1 m. This research shows that the mangrove vegetation in the research location has absorbed 6,437.80 tonnes of CO_{2eq}, and a monetary value of Rp. 482.834.700 (four hundred eighty-two million eight hundred and thirty-four thousand and seven hundred rupiahs).

Keywords: Mangrove, Carbon Sink, Bagek Kembar Sekotong.



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).  <https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1.3777>.

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan satu-satunya hutan halofit berkayu yang hidup di sepanjang pantai tropis dan subtropis (Alongi, 2012). Mangrove sering diterjemahkan sebagai komunitas hutan bakau, sedangkan tumbuhan bakau





merupakan salah satu jenis dari tumbuhan yang hidup di hutan pasang surut. Hutan mangrove menyediakan banyak jasa lingkungan dan fungsi ekologis penting. Jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh orang dari ekosistem. Salah satu jasa hutan mangrove yang sangat penting adalah jasa layanan pengatur (*regulating services*) yang dapat mempengaruhi iklim (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Vegetasi mangrove mempunyai kemampuan menyerap karbondioksida (CO_2) melalui proses fotosintesis. Meningkatnya konsentrasi CO_2 di atmosfer telah memicu terjadinya pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim global dan naiknya permukaan air laut.

Proses fotosintesis pada tumbuhan dapat merubah karbon anorganik (CO_2) menjadi karbon organik (karbohidrat), dan tersimpan dalam bentuk biomassa. Hutan mangrove termasuk hutan paling kaya karbon di daerah tropis dengan rata-rata kandungan karbon sebesar 1,023 MgC per hektar. Tanah organik di hutan mangrove pada kedalaman 0,5 m - 3 m dapat menyimpan 49% - 98% karbon (Donato *et al.*, 2011).

Namun, di lain pihak hingga tahun 2020 kerusakan hutan mangrove mencapai 52%. Luas mangrove di Indonesia mencapai 3,49 Juta Ha dan sekitar 1,82 juta Ha dalam kondisi rusak (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2020). Fakta kerusakan dan menurunnya luas hutan mangrove ini juga terjadi di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pada tahun 2006, luas hutan mangrove di Provinsi Nusa Tenggara Barat tercatat sekitar 18.256,88 dan pada tahun 2015 12.144,30. Angka ini menunjukkan bahwa, dalam kurun waktu 10 tahun telah terjadi pengurangan luas hutan mangrove sekitar 33,5%. Kerusakan hutan mangrove di Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah perubahan penggunaan lahan (Dharmawan dan Pramudji, 2014). Deforestasi dan perubahan penggunaan lahan menyumbang sekitar 8% - 20% dari emisi karbondioksida (CO_2) antropogenik global, nomor dua setelah pembakaran bahan bakar fosil (Donato *et al.*, 2011).

Laju deforestasi dan degradasi hutan tentunya harus segera dikendalikan, jika tidak ingin memperoleh efek negatif yang lebih buruk terhadap lingkungan dan juga hilangnya nilai ekologis dan ekonomis ekosistem hutan. Perbaikan kondisi ekosistem mangrove di Provinsi Nusa Tenggara Barat, khususnya di Pesisir Sekotong, telah dilakukan oleh Balai Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut (BPSPL) melalui kegiatan penanaman mangrove di Desa Cendi Manik pada tahun 2016. Area mangrove ini selanjutnya dikembangkan sebagai Ekowisata Mangrove Bagek Kembar. Dahulunya, Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar merupakan lahan bekas tambak. Pada tahun 2018, kawasan ini juga ditetapkan sebagai Kawasan Ekosistem Essensial Mangrove (KEE) oleh Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) NTB. Keberhasilan kegiatan rehabilitasi mangrove di kawasan ini memberikan manfaat ekologis sebagai penyimpan dan penyerap karbon (Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, 2020).

Penilaian jasa penyerapan karbon pada hutan mangrove dapat dinyatakan dalam satuan karbon (tC, t CO_2) atau satuan moneter (Rp) (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji nilai ekologis dan ekonomi ekosistem mangrove sebagai penyerap karbon di Kawasan Ekowisata



Mangrove Bagek Kembar. Nilai ekologis serapan karbon dihitung berdasarkan nilai simpanan karbon pada vegetasi mangrove, dan nilai ekonomi dihitung berdasarkan nilai moneter karbon (US\$ 5).

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober tahun 2019 di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar, Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, yang terletak pada posisi 8,766° - 8,7588° LS, dan 116,053° - 116,068° BT. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Pengambilan Data

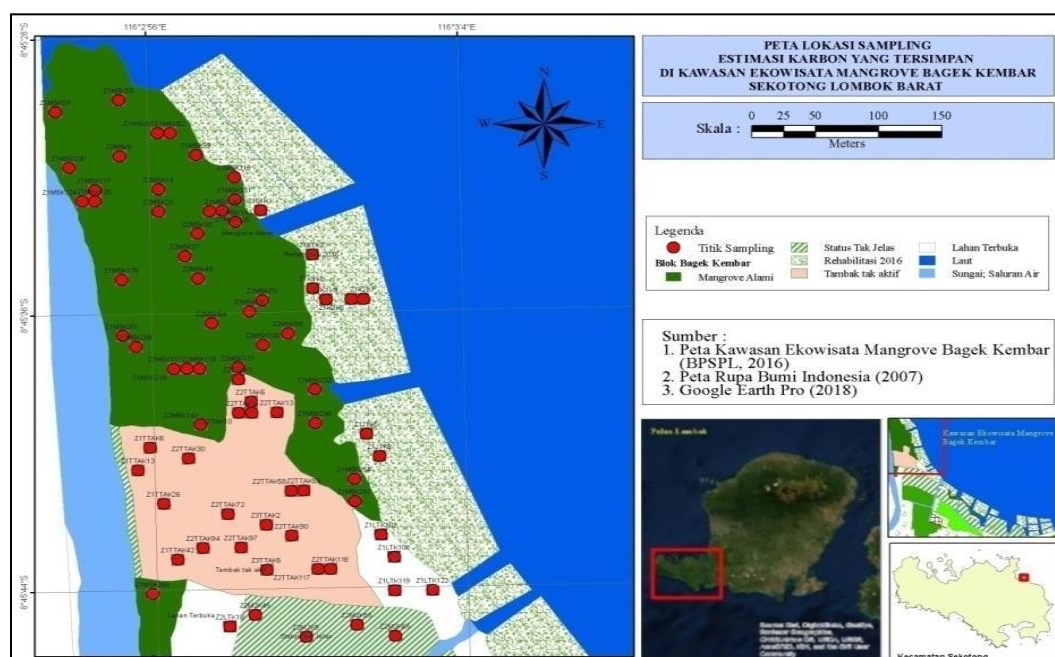
Pengambilan data dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu penentuan batas kawasan, identifikasi penggunaan lahan, dan penentuan titik sampling. Penentuan batas kawasan dilakukan menggunakan analisis citra menggunakan aplikasi *Google Earth Pro*, yang kemudian dioverlay menggunakan peta Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar yang diperoleh dari Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut (BPSPL) Wilayah Kerja (Wilker) Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Total luas kawasan yang termasuk Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar didapatkan sekitar 49,5 Ha. Peta kawasan dibuat menggunakan aplikasi ArcGISv10.4.1.5686.

Selanjutnya, dilakukan identifikasi penggunaan lahan berdasarkan peta yang telah dihasilkan pada tahap pertama. Identifikasi penggunaan lahan bertujuan untuk mengetahui luas kawasan ekowisata mangrove yang tertutupi oleh vegetasi mangrove, sehingga dapat ditentukan jumlah plot pengamatan secara proporsional. Berdasarkan hasil identifikasi penggunaan lahan, diketahui bahwa Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar terbagi menjadi beberapa jenis penggunaan lahan (Tabel 1).

Tabel 1. Pemanfaatan Lahan di Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Bagek Kembar.

No.	Status Lahan	Luas Area (Ha)
1	Mangrove Alami	6.66
2	Mangrove Rehabilitasi	37.29
3	Tambak	2.57
4	Lahan Terbuka	2.89
	Total Luas Area	49.42

Populasi pada penelitian ini adalah Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar yang ditutupi vegetasi mangrove. Sampel pada penelitian ini diambil sebanyak 10% dari populasi. Selanjutnya, titik sampling disebar secara acak (*random*) (Gambar 2). Petak sampel yang digunakan berukuran 10 m x 10 m untuk pohon, 5 x 5 m untuk anakan, dan 2 x 2 m untuk semai. Pohon adalah mangrove dengan ukuran diameter batang > 4 cm, anakan memiliki diameter batang berukuran 4 cm dan tinggi > 1 m, dan semai adalah mangrove dengan tinggi 1 m (English *et al.*, 1994). Mangrove yang ditemukan di dalam petak sampel kemudian diidentifikasi, dihitung jumlah tegakan pohon, anakan/semai, serta dilakukan pengukuran *diameter breast high* (dbh) pohon. Pengukuran dbh menggunakan pita ukur dan jangka sorong.



Gambar 2. Peta Titik Sampling.

Analisis Data

Jasa lingkungan Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar sebagai penyerap karbon, dinilai dengan cara menghitung jumlah karbon yang tersimpan pada tegakan mangrove yang ditemukan. Pendugaan kandungan karbon yang tersimpan pada vegetasi mangrove menggunakan nilai biomassa. Nilai biomassa setiap jenis mangrove yang ditemukan dihitung menggunakan persamaan allometrik pada Tabel 2.

Tabel 2. Persamaan Allometrik Beberapa Jenis Mangrove.

<i>Species of Mangrove</i>	<i>Allometric Equation</i>	<i>Source</i>
Family Rhizophoraceae		
<i>Rhizophora apiculata</i>	$W_{Top} = 0.235DBH^{2.42}$ $W_R = 0.00698DBH^{2.61}$	(Ong <i>et al.</i> , 2004)
<i>Rhizophora</i> spp.	$W_{Top} = 0.128DBH^{2.60}$ $W_R = 0.00698DBH^{2.61}$	(Fromard <i>et al.</i> , 1998) (Tamai <i>et al.</i> , 1986)
<i>Rhizophora stylosa</i>	$W_{Top} = 0.128DBH^{2.60}$ $W_R = 0.261DBH^{1.86}$	(Comley and McGuinness, 2005)
Family Acanthaceae		
<i>Avicennia marina</i>	$W_{Top} = 0.308DBH^{2.11}$ $W_R = 1.28DBH^{1.17}$	(Comley and McGuinness, 2005)
<i>Common Equation</i>	$W_{Top} = 0.251DBH^{2.46}$ $W_R = 0.199p^{0.899}DBH^{2.22}$	(Komiyama <i>et al.</i> , 2008)

Keterangan:

W_{Top} : Biomassa di Atas Permukaan Tanah (kg);

W_R : Biomassa Akar (kg);

DBH : *Diameter Breast High* (cm).

Untuk mendapatkan jumlah karbon yang tersimpan, dapat dihitung dengan mengalikan total biomassa dengan konsentrasi C, sebagai berikut (Hairiah *et al.*, 2007):

$$\text{Jumlah Karbon Tersimpan (C)} = \text{Total Biomassa} \times 0,46$$

Serapan CO_2 dihitung menggunakan data karbon tersimpan dengan persamaan sebagai berikut (IPCC, 2006):

$$\text{Serapan } CO_2 = 3,67 \times C$$

Keterangan:

3,67 : Rasio Atomik Karbondioksida terhadap Karbon, yaitu $44/12$ (tCO_2e / tC);

C : Karbon Tersimpan.

Nilai moneter serapan karbon diperoleh dengan pendekatan produktivitas, yaitu dengan mengalikan kuantitas sumberdaya alam dengan harga pasarnya. Harga pasar serapan karbon didasarkan pada nilai ekologi hutan Indonesia sebagai penyerap karbon, yaitu sebesar US\$ 5 per ha per tahun (Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2012). Nilai tukar dolar (US\$) terhadap rupiah yang digunakan adalah Rp. 15.000.

$$\text{Nilai Moneter Serapan Karbon} = \text{Serapan } CO_2 \times \text{US\$ } 5$$

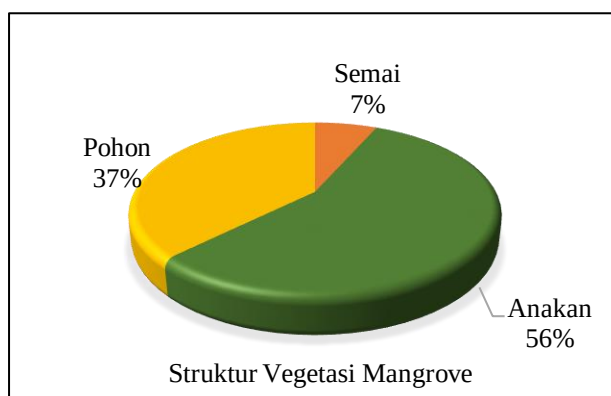
HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Vegetasi Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar

Struktur vegetasi mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar menggambarkan proporsi vegetasi mangrove pada tiap tingkat pertumbuhan. Tingkat pertumbuhan vegetasi mangrove dibagi menjadi 3, yaitu: semai, anakan, dan pohon (English *et al.*, 1994). Pada Gambar 3 dapat dilihat

bahwa, struktur vegetasi didominasi oleh tingkat pertumbuhan anakan dengan proporsi sebesar 56%. Mangrove dengan tingkat pertumbuhan pohon ditemukan lebih sedikit yaitu sebesar 37%, dan proporsi terkecil adalah semai (7%). Hal ini menunjukkan bahwa, pada hutan mangrove lokasi ini masih dalam proses suksesi. Perubahan struktur vegetasi ini masih akan terus terjadi, seiring dengan pertumbuhan anakan dan semai.

Keseimbangan ekosistem akan tercapai pada kondisi klimaks, namun tetap tidak stabil. Artinya, perubahan yang dinamis selalu terjadi dan bersifat internal, misalnya pada area mangrove yang terbuka masih akan terjadi perubahan komposisi jenis (Ghufrona *et al.*, 2015). Keadaan ini menunjukkan bahwa, potensi simpanan dan serapan karbon di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar, Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, masih akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur vegetasi mangrove.



Gambar 3. Grafik Struktur Vegetasi Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar.

Nilai kerapatan mangrove pada tiap tingkat pertumbuhan diketahui sebesar 448,41 individu/ha untuk tingkat pohon, 2.847,06 individu/ha untuk tingkat anakan, dan 8.928.57 individu/ha untuk tingkat semai. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2004, tentang Kriteria Baku dan Pedoman Kerusakan Mangrove diketahui bahwa, nilai kerapatan mangrove pada tingkat pertumbuhan semai dan anakan adalah sangat padat. Kerapatan mangrove pada tingkat pohon termasuk dalam kriteria jarang.

Vegetasi dengan tingkat pertumbuhan semai memiliki nilai kerapatan tertinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi lahan yang relatif terbuka. Nilai kerapatan pohon yang rendah, menyebabkan cahaya matahari mampu menembus hingga ke lantai hutan. Salah satu faktor pembatas pertumbuhan vegetasi adalah intensitas cahaya yang masuk. Tutupan tajuk pohon dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dasar hutan. Secara alami, celah tajuk mendorong terjadinya proses suksesi hutan mangrove. Bukaannya memberikan peluang munculnya koloni baru menggantikan koloni yang tua. Regenerasi alami mangrove tropis terjadi karena adanya bukaannya tajuk (Amir, 2012). Kelimpahan semai dan anakan menunjukkan tingkat regenerasi mangrove secara alami (Prasetya *et al.*, 2017).



Tabel 3. Kerapatan Vegetasi Mangrove di Kawasan Bagek Kembar.

Tipe Pertumbuhan Mangrove	Jumlah Individu	Kerapatan (Ind/Ha)	Kerapatan Relatif (%)	Kriteria Kerapatan*
Semai	100	8.929	73	Sangat Padat
Anakan	847	2.847	23	Sangat Padat
Pohon	565	448	4	Jarang

Keterangan: *Berdasarkan Kriteria Baku Kerusakan Mangrove (Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2004).

Potensi Serapan CO₂ Vegetasi Mangrove

Serapan CO₂ oleh vegetasi mangrove menggambarkan kemampuan vegetasi untuk memfiksasi CO₂, yang kemudian disimpan dalam bentuk karbon pada tegakan pohon. Nilai CO₂ yang diserap oleh vegetasi mangrove merupakan nilai perbandingan berat molekul CO₂ dengan berat atom C yang dikalikan dengan potensi karbon yang tersimpan pada vegetasi mangrove Bagek Kembar. Potensi karbon yang tersimpan pada hutan mangrove, dihitung dengan mengalikan potensi biomassa dengan persentase kandungan karbon yaitu sekitar 46% (Hairiah *et al.*, 2007). Potensi karbon tersimpan dan potensi serapan CO₂ pada vegetasi mangrove Bagek Kembar dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi Biomassa, Karbon Tersimpan dan Serapan CO₂ pada Tegakan Mangrove di Kawasan Ekowisata Bagek Kembar.

Tipe Pertumbuhan Mangrove	Biomassa (Ton/Ha)	Simpanan C (Ton/Ha)	Serapan CO ₂ (Ton/Ha)
Semai	3.82	1.76	6.44
Anakan	9.87	4.54	16.67
Pohon	73.08	33.62	123.37
Total	86.77	39.92	146.48

Vegetasi pada tingkat pertumbuhan pohon memiliki jumlah individu dan tingkat kerapatan terendah, namun memiliki total biomassa terbesar. Hal ini disebabkan pohon berumur lebih tua, dan menyimpan biomassa dalam waktu yang lebih lama. Pertumbuhan dan perkembangan vegetasi mengakibatkan penambahan diameter dan tinggi pohon, sehingga nilai biomassa dan karbon tersimpan juga bertambah. Serapan karbondioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan mangrove. Oleh sebab itu, nilai serapan karbon pada tingkat pohon juga tertinggi.

Potensi serapan karbon oleh vegetasi mangrove ditemukan sebesar 146,48 ton/ha. Jika potensi serapan karbon ini dikalikan dengan luas kawasan yang tertutup vegetasi mangrove (43,95 ha), maka diperoleh nilai serapan karbon vegetasi mangrove pada Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar adalah 6,437.80 ton CO_{2eq}. Hutan mangrove dapat menyerap karbon hingga lebih dari satu abad, jika terpelihara dan tidak mengalami gangguan (Alongi, 2012).

Nilai Moneter Serapan Karbon Vegetasi Mangrove

Hasil analisis spasial diketahui bahwa, luas Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar yang tertutupi oleh vegetasi mangrove sekitar 43,95 ha. Hasil perhitungan simpanan karbon pada lokasi ini sebesar 39,92 ton/ha. Dengan





demikian, dapat dihitung nilai total karbon yang tersimpan tegakan mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar adalah sebesar 4,287.97 ton C. Nilai simpanan karbon ini setara dengan 6,437.80 ton CO_{2eq} yang terserap. Berdasarkan nilai serapan CO_{2eq} ini diketahui bahwa, Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar memiliki nilai ekonomi sebesar Rp. 482.834.700 (empat ratus delapan puluh dua juta delapan ratus tiga puluh empat ribu tujuh ratus rupiah) per tahun.

SIMPULAN

Vegetasi mangrove pada Kawasan Ekowisata Mangrove Bagek Kembar, Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, didominasi oleh vegetasi dengan tingkat pertumbuhan semai dan anakan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai kerapatan relatif yang termasuk dalam kelompok sangat padat. Nilai serapan karbon di kawasan ini diketahui sebesar 6,437.80 ton CO_{2eq}, dan nilai moneter sebesar Rp. 482.834.700 (empat ratus delapan puluh dua juta delapan ratus tiga puluh empat ribu tujuh ratus rupiah). Nilai ini berpotensi akan meningkat di masa yang akan datang, seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan vegetasi pada tingkat semai dan anakan.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kemampuan vegetasi mangrove dalam menyerap karbon per satuan luas per satuan waktu, terutama pada area rehabilitasi atau pada vegetasi mangrove yang umurnya telah diketahui.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alongi, D.M. (2012). Carbon Sequestration in Mangrove Forests. *Carbon Management*, 3(3), 313-322.
- Amir, A.A. (2012). Canopy Gaps and The Natural Regeneration of Matang Mangroves. *Forest Ecology and Management*, 269, 60-67.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *Standar Nasional Indonesia (SNI 8014:2014) Penilaian Pengelolaan Jasa Lingkungan Keanekaragaman Hayati (Biodiversity)*. Jakarta: Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
- Dharmawan, I.W.E., dan Pramudji. (2014). *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*. Bogor: PT. Sarana Komunikasi Utama.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut. (2020). Mengubah Kawasan Mangrove Bagek Kembar Menjadi Edu Wisata. Retrieved May 20, 2021, from Interactwebsite: <https://kkp.go.id/djprl/artikel/18162-mengubah-kawasan-mangrove-bagek-kembar-menjadi-edu-wisata>.
- Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., and Stidham, M. (2011). Mangroves Among the Most Carbon-Rich Forests in The Tropics.





Nature Geoscience, 4(4), 1-5.

- Ghufrona, R.R., Kusmana, C., dan Rusdiana, O. (2015). Komposisi Jenis dan Struktur Hutan Mangrove di Pulau Sebuku, Kalimantan Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 06(1), 15-26.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2020). Hari Mangrove Sedunia, KKP Targetkan Rehabilitasi 200 Ha Lahan Mangrove di 2020. Retrieved May 20, 2021, from Interactwebsite: <https://kkp.go.id/artikel/22001-hari-mangrove-sedunia-kkp-targetkan-rehabilitasi-200-ha-lahan-mangrove-di-2020>.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2012). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2012 tentang Panduan Valuasi Ekonomi Ekosistem Hutan*. Jakarta.
- Prasetya, J.D., Ambariyanto, Supriharyono, and Purwanti, F. (2017). Mangrove Health Index as Part of Sustainable Management in Mangrove Ecosystem at Karimunjawa National Marine Park Indonesia. *Advanced Science Letters*, 23(4), 3277-3282.