

Valuasi Nilai Ekonomi Potensi Cadangan Karbon Mangrove Di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah, Siak, Provinsi Riau

Bella Permata Zevira^{1*}, Rudhi Pribadi², Subagiyo², Chrisna Adhi Suryono², Ambariyanto², Khaidir³

¹Magister Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

³Kelompok Konservasi Mangrove Sungai Besejarah
Kampung Kayu Ara Permai, Kecamatan Sungai Apit Kab, Siak, Provinsi Riau
Email: bpermatazevira@gmail.com

Abstract

Economic Valuation of the Potential Economic Value of Mangrove Carbon Stocks in the Sungai Besejarah Mangrove Area, Siak, Riau Province

Global climate change driven by rising carbon dioxide (CO₂) emissions highlights the need for mitigation through conserving blue carbon ecosystems, including mangrove forests. In addition to functioning as effective carbon sinks and storage systems, mangroves provide economic benefits through carbon-related ecosystem services. This study aimed to estimate carbon stocks, CO₂ sequestration capacity, and the economic value of carbon using the Social Cost of Carbon (SCC) approach in the Sungai Besejarah Mangrove Area, Siak Regency, Riau Province. The study was conducted at three stations using purposive sampling with a transect line plot approach. Aboveground biomass and root biomass were estimated using species-specific allometric equations, litter biomass was determined based on dry weight, while sediment carbon was analyzed using the Loss on Ignition (LOI) method. We estimated the economic value of carbon using an SCC of US\$51 per ton of CO₂. The results showed that the mangrove area consisted of eight species, dominated by *Rhizophora apiculata*. Average carbon stocks were 96.41 ton C ha in aboveground biomass, 51.06 ton C ha in roots, 0.25 ton C ha in litter, and 41.14 ton C ha in sediment, for a total carbon stock of 188.85 ton C ha, or 2,895.13 tons C across the 15.33 ha area. The estimated CO₂ sequestration capacity was 541.21 ton CO₂ ha, with a total sequestration capacity of 8,296.72 tons CO₂. The estimated economic value of the carbon ecosystem service was Rp470,359,301 ha or Rp7,210,608,077 for the entire area. These findings indicate that the Sungai Besejarah Mangrove Area has significant potential for carbon storage, CO₂ sequestration, and ecosystem services, contributing to climate change mitigation and supporting sustainable mangrove management.

Keywords: Social Cost of Carbon, Biomass, Blue Carbon, Ecosystem Services

Abstrak

Perubahan iklim global akibat peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂) mendorong perlunya upaya mitigasi melalui konservasi ekosistem karbon biru, salah satunya hutan mangrove. Selain berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon yang efektif, mangrove juga memberikan manfaat ekonomi melalui jasa lingkungan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi simpanan karbon, kemampuan penyerapan CO₂, serta menghitung nilai ekonomi karbon menggunakan pendekatan Social Cost of Carbon (SCC) di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Penelitian dilakukan pada tiga stasiun menggunakan metode purposive sampling dengan pendekatan transect line plot. Biomassa batang dan akar dihitung menggunakan persamaan alometrik, biomassa serasah diukur dengan metode berat kering, sedangkan karbon sedimen dianalisis menggunakan metode Loss on Ignition (LOI). Nilai ekonomi karbon dihitung berdasarkan SCC sebesar US\$51 ton⁻¹ CO₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan mangrove terdiri atas delapan spesies yang didominasi oleh *Rhizophora apiculata*. Rata-rata simpanan karbon pada biomassa batang 96,41 ton/ha, akar 51,06 ton/ha, serasah 0,25 ton/ha, dan sedimen 41,14 ton/ha, dengan total simpanan karbon sebesar 188,85 ton/ha atau setara 2.895,13 ton pada luas kawasan 15,33 ha. Kemampuan penyerapan CO₂ mencapai 541,21 ton ha dengan total serapan sebesar 8.296,72 ton. Estimasi nilai ekonomi jasa lingkungan karbon sebesar Rp470.359.301 ha atau Rp7.210.608.077 untuk seluruh kawasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kawasan Mangrove Sungai Besejarah memiliki potensi yang signifikan dalam penyimpanan karbon, penyerapan CO₂, dan penyediaan jasa lingkungan, sehingga berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim dan mendukung pengelolaan mangrove secara berkelanjutan.

Kata kunci : Social Cost of Carbon, Biomassa, Karbon Biru, Jasa Ekosistem

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim, melalui kemampuannya menyerap karbon dioksida (CO_2) dari atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa serta sedimen. Karbon pada ekosistem mangrove tersimpan pada biomassa di atas permukaan (above-ground), biomassa di bawah permukaan (below-ground), maupun karbon organik tanah (Basyuni *et al.*, 2024). Besarnya cadangan karbon dan kemampuan penyerapan karbon pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh karakteristik tegakan, seperti diameter, kerapatan, dan komposisi jenis vegetasi (Kauffman *et al.*, 2020). Kemampuan tersebut menjadikan mangrove sebagai salah satu ekosistem pesisir yang berperan penting sebagai mitigasi perubahan iklim. Selain memberikan manfaat ekologis, karbon yang tersimpan dalam ekosistem mangrove merupakan bagian dari jasa pengaturan ekosistem yang juga dapat memberikan manfaat ekonomi.

Kajian mengenai simpanan karbon pada ekosistem mangrove telah dilakukan dengan mengukur karbon pada berbagai komponen penyimpanannya. Alviana *et al.* (2023) mengestimasi simpanan karbon pada biomassa atas, biomassa bawah, serasah, dan sedimen, serta sekuestrasi karbon pada ekosistem mangrove. Penelitian mengenai Cadangan karbon juga telah dikembangkan melalui kombinasi pengukuran lapangan dan penginderaan jauh untuk menggambarkan potensi karbon pada ekosistem mangrove (Firsta *et al.*, 2025). Seiring berkembangnya kajian tersebut, potensi karbon mangrove mulai dikaitkan dengan manfaat ekonomi yang dihasilkan dari jasa pengaturan ekosistem. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengestimasi nilai ekonomi tersebut adalah Social Cost of Carbon (SCC), yaitu estimasi biaya sosial yang ditimbulkan oleh emisi satu ton CO_2 ke atmosfer (Molocchi, 2023). Pendekatan SCC dapat digunakan untuk menggambarkan nilai ekonomi dari manfaat penyimpanan karbon dalam mengurangi dampak sosial dan ekonomi akibat emisi CO_2 .

Kawasan Mangrove Sungai Besejarah di Desa Kayu Ara Permai, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau, merupakan Kawasan mangrove yang dikembangkan untuk kegiatan konservasi dan ekowisata berbasis edukasi. Kajian mengenai karbon di Kawasan tersebut telah dilakukan, salah satunya Dewi *et al.* (2021) yang mengkaji stok dan serapan karbon di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah, tetapi informasi mengenai simpanan karbon yang mencakup biomassa, serasah dan sedimen serta keterkaitannya dengan penyerapan CO_2 . Dan nilai ekonomi jasa pengaturan karbon berdasarkan Social Cost of Carbon (SCC) masih terbatas. Kajian tersebut penting dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai potensi karbon dan nilai ekonomi jasa pengaturan karbon sebagai informasi pendukung dalam pengelolaan Kawasan mangrove secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi simpanan karbon, kemampuan penyerapan CO_2 , dan nilai ekonomi jasa pengaturan karbon berdasarkan Social Cost of Carbon (SCC) di kawasan mangrove Sungai Besejarah, Kabupaten Siak, Provinsi Riau.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari–Maret 2026 di Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah, Desa Kayu Ara, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau (Gambar 1). Pengambilan data dilakukan pada tiga stasiun yang ditentukan menggunakan metode purposive sampling berdasarkan keterwakilan kondisi kawasan. Stasiun I berada di kawasan ekowisata mangrove, Stasiun II berada di sekitar pelabuhan nelayan, dan Stasiun III berada di kawasan hutan mangrove. Analisis sampel serasah dan sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Pengambilan data vegetasi dilakukan menggunakan transek yang ditarik dari laut ke darat. Pada setiap stasiun dibuat tiga plot berukuran 10×10 m dengan jarak antarplot 20 m. Pohon mangrove dengan diameter batang ≥ 5 cm dicatat jenis dan diameternya. Diameter batang diukur pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah. Biomassa batang mangrove dihitung menggunakan persamaan alometrik berdasarkan diameter batang (Tabel 1). Biomassa akar mangrove dihitung menggunakan persamaan alometrik akar sesuai jenis mangrove (Tabel 2).

Tabel 1. Persamaan Alometrik Biomassa Tegakan (Batang) Mangrove

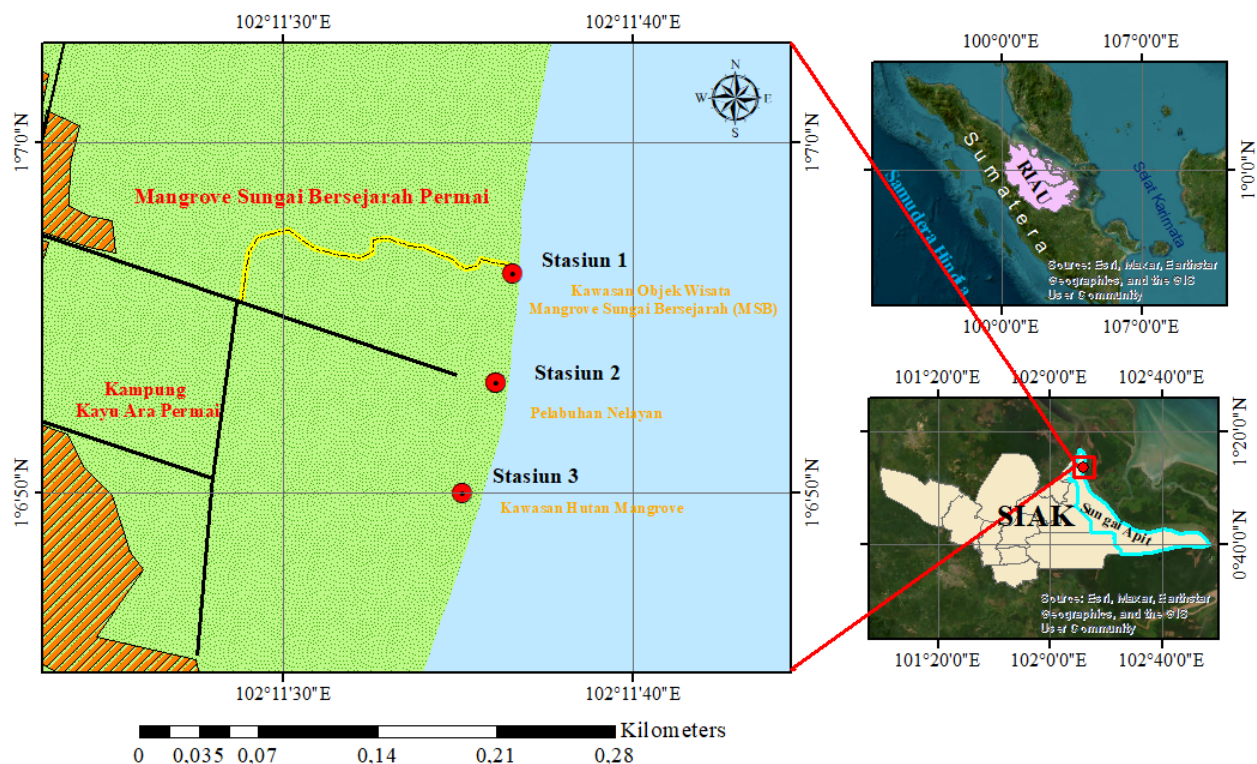
Spesies	Mode Alometrik	Sumber
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B=0.034 D^{2.63} \rho^{0.843}$	Emrinelson,2023
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B=0.251 D^{2.46} \rho^{0.820}$	Adame et al.,2017
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	$B=0.0754 D^{2.505} \rho^{0.76}$	Alongi,2014
<i>Bruguiera sexangula</i>	$B=0.251 D^{2.46} \rho^{0.74}$	Adame et al.,2017
<i>Avicennia alba</i>	$B=0.251 D^{2.46} \rho^{0.41}$	Adame et al.,2017
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B=0.1832 D^{2.21}$	Cummings et al.,2002
<i>Sonneratia alba</i>	$B=0.3841 D^{2.101} \rho^{0.509}$	Kaufman et al.,2012
<i>Sonneratia ovata</i>	$B=0.258 D^{2.287}$	Kusmana et al.,2018

Keterangan: ρ = wood density (g/cm³), B= Biomassa individu pohon (kg), D= Diameter Batang (cm).

Tabel 2. Persamaan Alometrik Biomassa Akar Mangrove

Spesies	Mode Alometrik	Sumber
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B=0.0698 D^{2.61} \rho^{0.843}$	Alongi,2014
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B=0.199 D^{2.22} \rho^{0.899}$	Adame et al.,2017
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	$B=0.199 D^{2.22} \rho^{0.899}$	Adame et al.,2017
<i>Bruguiera sexangula</i>	$B=0.199 D^{2.25} \rho^{0.899}$	Alongi,2014
<i>Avicennia alba</i>	$B=0.199 D^{2.22} \rho^{0.899}$	Alongi,2014
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B=0.145 D^{2.22}$	Alongi,2014
<i>Sonneratia alba</i>	$B=0.199 D^{2.22} \rho^{0.899}$	Alongi,2014
<i>Sonneratia ovata</i>	$B=0.045 D^{2.320}$	Kusmana et al.,2018

Keterangan: ρ = wood density (g/cm³), B= Biomassa individu pohon (kg), D= Diameter Batang (cm).

**Gambar 1.** Kawasan Mangrove Sungai Besejarah, Siak, Provinsi Riau

Biomassa batang dan akar dihitung menggunakan persamaan alometrik yang sesuai dengan jenis mangrove. Hasilnya dalam kg/m^2 dikonversi menjadi ton/ha dengan mengalikannya dengan 10 (Komiya et al., 2005). Simpanan karbon diperoleh dari biomassa tersebut dikalikan faktor fraksi karbon 0,47 sesuai SNI 7724:2011 (Badan Standardisasi Nasional 2011), sehingga satuan simpanan karbon mengikuti satuan biomassa (kg/m^2) (SNI 7724:2011). Biomassa serasah dihitung dari perbandingan berat kering terhadap berat basah sampel, yang dikalikan dengan berat basah total seluruh serasah yang ditimbang di lapangan (kg) (Hairiah et al., 2011). Biomassa ini kemudian dibagi dengan luas kuadrat pengambilan sampel untuk memperoleh biomassa dalam kg/m^2 (Hairiah et al., 2011). Simpanan karbon serasah diperoleh dengan mengalikan biomassa (kg/m^2) dengan faktor fraksi karbon 0,47 sesuai SNI 7724:2011 (SNI 7724:2011). Nilai biomassa dan simpanan karbon serasah selanjutnya dikonversi dari kg/m^2 menjadi ton/ha dengan mengalikannya dengan 10 (Komiya et al., 2005).

Simpanan karbon sedimen diestimasi berdasarkan bulk density, kedalaman sedimen, dan kandungan karbon organik yang ditentukan dengan metode Loss on Ignition (LOI) (Howard et al., 2014). Bulk density diperoleh dari berat kering sampel sedimen (kg) dibagi volume sampel (cm^3) (Howard et al., 2014). Massa sedimen per satuan luas (kg/m^2) dihitung dengan mengalikan bulk density, kedalaman sedimen (cm), dan faktor konversi cm^2 ke m^2 sebesar 10.000 (Howard et al., 2014). Kandungan bahan organik dihitung dari kehilangan massa saat pengabuan, yaitu selisih berat sampel sebelum pengabuan dan setelah pengabuan, dibagi berat sampel sebelum pengabuan, lalu dikalikan 100 untuk memperoleh persentase (Howard et al., 2014).

Persentase karbon organik diperoleh dengan membagi persentase bahan organik dengan konstanta konversi 1,724 (Howard et al., 2014). Densitas karbon sedimen dihitung dengan mengalikan bulk density dengan persentase karbon organik, kemudian dibagi 100 untuk mengubah persentase menjadi fraksi (Howard et al., 2014). Simpanan karbon sedimen dihitung dengan mengalikan massa sedimen per satuan luas (bulk density $\times$ kedalaman) dengan fraksi karbon organik (persentase karbon dibagi 100), lalu dikalikan 10 untuk mengonversi satuan dari kg/m^2 menjadi ton/ha (Howard et al., 2014).

Jumlah CO_2 yang tersimpan diestimasi dengan mengonversi simpanan karbon menjadi CO_2 , yaitu dengan mengalikan simpanan karbon dengan rasio bobot molekul relatif CO_2 (44) terhadap bobot atom relatif karbon (12) (Kauffman et al., 2012). Nilai ekonomi jasa pengaturan karbon diestimasi menggunakan pendekatan Social Cost of Carbon (SCC). Nilai SCC yang digunakan sebesar US\$51 per ton CO_2 berdasarkan estimasi Interagency Working Group (IWG) tahun 2021, kemudian dikonversi menggunakan nilai tukar Rp17.041 per US\$ (Maret 2026) (Emrinelson & Warningsih, 2023). Valuasi ekonomi karbon dihitung dengan mengalikan nilai SCC dengan jumlah CO_2 tersimpan, lalu mengalikan hasilnya dengan nilai tukar rupiah (Emrinelson & Warningsih, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

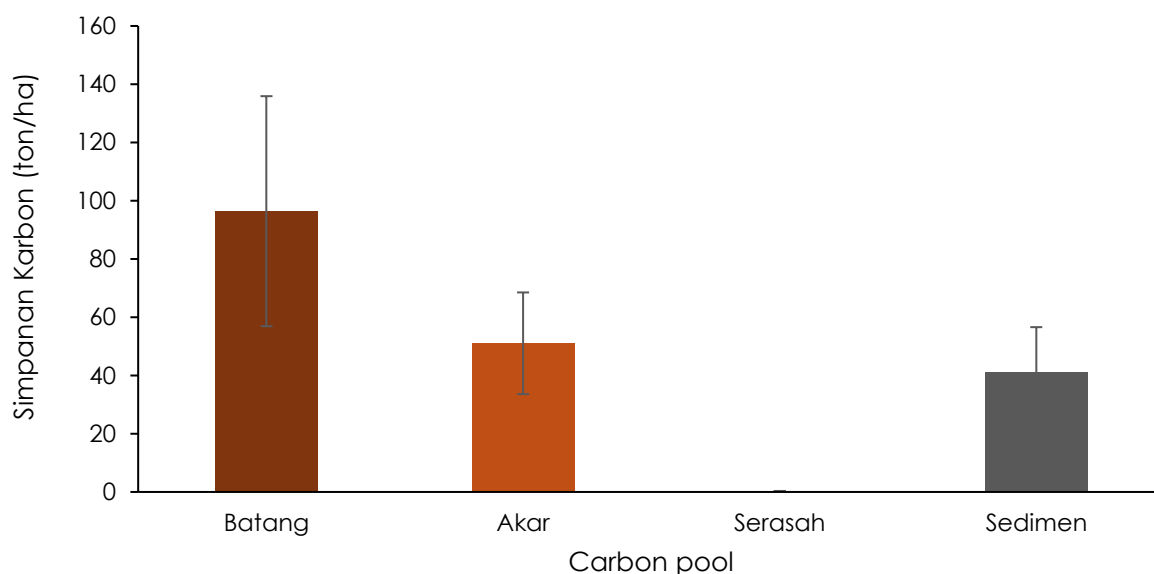
Hasil estimasi simpanan karbon penelitian ini dihitung dari masing-masing *carbon pool* yaitu pada tegakan (batang), karbon bawah permukaan (akar), serasah dan sedimen hutan mangrove di Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rata-rata Simpanan Karbon dari Masing-masing *Carbon Pool*

Stasiun	<i>Carbon pool</i>				Jumlah	Kawasan Mangrove Sungai Besejarah 15,33 ha
	Batang	Akar	Serasah	Sedimen		
I	139,41	72,70	0,25	40,36	252,72	(188,85*15,33) = 2.895,13
II	38,64	21,58	0,12	27,89	88,23	
III	111,18	58,89	0,37	55,17	225,61	
Rata-rata (ton/ha)	96,41	51,06	0,25	41,14	188,85	

Tabel 2. Estimasi Kemampuan Penyerapan CO₂

Carbon Pool	Jumlah (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)	Kawasan Mangrove Sungai Besejarah (15,33)
Batang	96,41	353,83	8.296,72
Akar	51,06	187,38	
Jumlah	148,77	541,21	

**Gambar 2.** Simpanan Karbon Mangrove di Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata total simpanan karbon mangrove di Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah sebesar 188,85 ton C/ha. Nilai tersebut merupakan akumulasi karbon pada seluruh *carbon pool* mangrove. Dengan luas kawasan sebesar 15,33 ha, estimasi total cadangan karbon mencapai 2.895,13 ton C. Perbedaan nilai antarestasiun menunjukkan adanya variasi kondisi vegetasi dan lingkungan yang memengaruhi penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove.

Besarnya simpanan karbon pada ekosistem mangrove berkaitan dengan karakteristik dan struktur vegetasi, terutama diameter batang, kerapatan tegakan, serta komposisi jenis mangrove. Murdiyarso *et al.* (2015) menjelaskan bahwa diameter batang memengaruhi biomassa dan simpanan karbon karena peningkatan ukuran tegakan berkontribusi pada peningkatan biomassa. Selain biomassa vegetasi, sedimen juga menjadi komponen penting dalam penyimpanan karbon mangrove karena karbon organik dapat terakumulasi melalui pengendapan dan proses dekomposisi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keberadaan dan pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan berperan dalam mempertahankan potensi cadangan karbon kawasan.

Estimasi kemampuan penyerapan CO₂ diperoleh dari simpanan karbon pada biomassa hidup mangrove, yaitu batang dan akar, yang dikonversi menjadi CO₂ menggunakan faktor 3,67 (Donato *et al.*, 2011). Kedua komponen tersebut digunakan karena proses sekuestrasi karbon berlangsung pada jaringan tumbuhan hidup melalui fotosintesis dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, kemampuan penyerapan CO₂ di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah diperkirakan sebesar 541,21 ton C/ha, dengan total sekitar 8.296,77 ton pada luas kawasan 15,33 ha. Nilai tersebut menunjukkan kontribusi biomassa mangrove dalam menyerap dan menyimpan karbon melalui proses sekuestrasi. Sondak (2015) menyatakan bahwa kemampuan penyerapan CO₂

oleh mangrove berkaitan erat dengan biomassa vegetasi, baik biomassa tegakan maupun biomassa bawah permukaan. Semakin besar biomassa vegetasi, semakin besar pula jumlah karbon yang dapat tersimpan dalam jaringan tumbuhan.

Nilai kemampuan penyerapan CO₂ pada penelitian ini dapat berbeda dengan kawasan mangrove lainnya karena dipengaruhi oleh struktur dan kondisi vegetasi, seperti diameter, kerapatan, komposisi jenis, serta kondisi lingkungan. Dengan demikian, pemeliharaan vegetasi mangrove menjadi bagian penting dalam mempertahankan fungsi ekosistem sebagai penyerap dan penyimpan karbon.

Estimasi nilai ekonomi jasa pengaturan karbon dilakukan menggunakan pendekatan *Social Cost of Carbon* (SCC). Nilai SCC yang digunakan sebesar US\$51 per ton CO₂, sedangkan nilai tukar yang digunakan sebesar Rp17.041 per US\$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, hasil estimasi kemampuan penyerapan CO₂ pada biomassa batang 353,83 ton CO₂/ha dan akar 187,38 ton CO₂/ha, sehingga total kemampuan penyerapan mencapai 541,21 ton CO₂/ha. Nilai tersebut setara dengan US\$27.601,63 atau Rp.470.359.301/ha. Berdasarkan luas kawasan 15,33 ha, nilai ekonomi jasa pengaturan karbon diperkirakan mencapai Rp. 7.210,608,07. Nilai ekonomi tersebut menggambarkan manfaat jasa pengaturan karbon yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove melalui penyimpanan karbon pada biomassa. Pendekatan SCC memberikan nilai ekonomi berdasarkan estimasi biaya sosial yang berkaitan dengan tambahan emisi CO₂ ke atmosfer, sehingga nilainya berbeda dengan harga karbon yang terbentuk melalui mekanisme perdagangan karbon. Besarnya nilai ekonomi yang diperoleh dalam penelitian ini terutama ditentukan oleh jumlah CO₂ yang diestimasi tersimpan dalam biomassa serta nilai SCC yang digunakan.

Pendekatan SCC juga digunakan oleh Lubis *et al.* (2025) dalam mengestimasi nilai ekonomi karbon *Rhizophora apiculata* di Kawasan Konservasi Perairan Nias Utara. Penelitian tersebut mengestimasi cadangan karbon sebesar 3.687,78 ton C/ha atau setara dengan 13.534,15 ton CO₂e/ha dan menghasilkan nilai ekonomi sekitar Rp8,31 miliar/ha berdasarkan SCC. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah karena jumlah karbon dan CO₂ yang menjadi dasar valuasi juga lebih besar. Perbandingan ini menunjukkan bahwa besarnya nilai ekonomi berdasarkan SCC sangat berkaitan dengan jumlah CO₂ yang digunakan dalam perhitungan.

Perbedaan nilai ekonomi antarpelitian juga dapat disebabkan oleh perbedaan komponen karbon yang dinilai, metode estimasi biomassa, cakupan ekosistem, periode valuasi, dan nilai SCC yang digunakan. Manan *et al.* (2025), misalnya, menggunakan beberapa skenario harga karbon sehingga menghasilkan nilai ekonomi yang berbeda untuk satu ekosistem. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai ekonomi karbon bukan merupakan nilai tunggal yang terlepas dari metode valuasi, tetapi bergantung pada pendekatan dan parameter ekonomi yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan SCC dalam penelitian ini perlu dipahami sebagai estimasi nilai ekonomi jasa pengaturan karbon berdasarkan biaya sosial emisi CO₂, bukan sebagai harga jual karbon di pasar.

Tabel 3. Estimasi Nilai Ekonomi Penyerapan CO₂

<i>Carboon Pool</i>	Serapan CO ₂ (ton/ha)	USD (\$)	Rupiah (Rp)	Kawasan Mangrove Sungai Besejarah (15,33 ha)
Batang	353,83	18.045,32	307.510,314	
Akar	187,38	9.556,30	162.848,987	7.210,608,077
Jumlah	541,21	27.601,63	470.359,301	

Keterangan: Konversi nilai tukar mata uang saat penelitian 1\$ = Rp17.041 (Maret,2026).

Nilai ekonomi sebesar Rp470,36 juta/ha menunjukkan bahwa jasa pengaturan karbon di Kawasan Mangrove Sungai Besejarah memiliki manfaat ekonomi yang dapat diquantifikasi. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai informasi tambahan dalam melihat manfaat ekosistem mangrove yang tidak secara langsung diperoleh melalui pemanfaatan hasil hutan atau kegiatan ekowisata. Keberadaan nilai ekonomi jasa pengaturan karbon juga dapat memperluas dasar informasi dalam pengelolaan kawasan, karena manfaat konservasi mangrove tidak hanya berkaitan dengan fungsi ekologis tetapi juga dengan manfaat ekonomi yang berasal dari kemampuan ekosistem dalam mengurangi dampak sosial akibat emisi CO₂. Dengan demikian, hasil valuasi dapat menjadi salah satu informasi pendukung dalam mempertahankan tutupan dan biomassa mangrove serta memperkuat pertimbangan manfaat karbon dalam pengelolaan Kawasan Mangrove Sungai Besejarah secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Valuasi Nilai Ekonomi Potensi Cadangan Karbon Mangrove di Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah, Siak, Provinsi Riau, dapat disimpulkan bahwa Kawasan Mangrove Sungai Bersejarah memiliki total simpanan karbon sebesar 188,85 ton C/ha atau 2.895,13 ton C/ha pada luas 15,33 ha. Simpanan karbon pada biomassa batang dan akar setara dengan 541,21 ton CO₂/ha atau 8.296,77 ton CO₂ pada luas kawasan 15,33 ha. Estimasi nilai ekonomi jasa pengaturan karbon menggunakan pendekatan Social Cost of Carbon (SCC) menghasilkan nilai sekitar Rp470,36 juta/ha, dengan total nilai ekonomi sekitar Rp7,21 miliar untuk kawasan seluas 15,33 ha. Nilai tersebut menunjukkan manfaat ekonomi dari fungsi penyimpanan karbon sebagai jasa pengaturan ekosistem mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Adame, M. F., Cherian, S., Reef, R., & Stewart-Koster, B. (2017). Mangrove root biomass and the uncertainty of belowground carbon estimations. *Forest Ecology and Management*, 403, 52–60. doi: 10.1016/j.foreco.2017.08.016.
- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6(1), 195–219. doi: 10.1146/annurev-marine-010213-135020.
- Alviana, D., Anggraini, R., Hidayati, J. R., Karlina, I., Lestari, F., Apdillah, D., & Sihite, D. (2023). Estimasi cadangan karbon pada ekosistem mangrove di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebung Kabupaten Bintan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3), 464–472. Doi: 10.14710/jkt.v26i3.18326.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 7724:2011: Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Basyuni, M., Aznawi, A. A., Rafli, M., Tinumbunan, J. M. T., Gultom, E. T., Lubis, R. D. A., & Baba, S. (2024). Harnessing biomass and blue carbon potential: Estimating carbon stocks in the vital wetlands of eastern Sumatra, Indonesia. *Land*, 13(11), 1960. doi: 10.3390/land13111960.
- Cummings, D. L., Kauffman, J. B., Perry, D. A., & Hughes, R. F. (2002). Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 163(1–3), 293–307. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00587-4.
- Dewi, D., Efriyeldi, E., & Amin, B. (2021). Estimation of carbon reserved in mangrove forest of Sungai Apit District, Siak Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 4(3), 197–207. doi: 10.31258/ajaoas.4.3.197-207.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., and Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297. doi: 10.1038/ngeo1123.
- Emrinelson, T., & Warningsih, T. (2024). Estimations of carbon storage and economic value of mangrove forest on the North Coast of Cawan Island, Indragiri Hilir. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 7(1), 61–73. doi: 10.31258/ajaoas.7.1.61-73.
- Firsta, S. W., Sugara, A., & Anggoro, A. (2025). Estimasi cadangan karbon mangrove menggunakan citra Sentinel-2A di Desa Banjarsari Pulau Enggano. *Jurnal Kelautan Tropis*, 28(3), 539–552. doi: 10.14710/jkt.v28i3.29800.

- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan* (Edisi ke-2). Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Office & Universitas Brawijaya.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (Eds.). (2014). *Coastal blue carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows*. Arlington, VA, USA: Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, & International Union for Conservation of Nature. Doi: 10.1002/ecm.1405.
- Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schile-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., & Hernández, T. H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs*, 90(2), e01405. doi: 10.1002/ecm.1405.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). *Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests* (Working Paper 86). Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). doi: 10.17528/cifor/003749.
- Komiyama, A., Pongparn, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21(4), 471–477. doi: 10.1017/S0266467405002476.
- Kusmana, C., Hidayat, T., Tiryana, T., & Rusdiana, O. (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.
- Lubis, K., Imran, Z., Taryono, & Damar, A. (2025). Estimasi serapan dan nilai ekonomi karbon *Rhizophora apiculata* di Kawasan Konservasi Perairan Nias Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 17(1), 63–72. doi: 10.29244/jikt.v17i1.57948.
- Manan, A., Sudia, L. B., Hasani, U. O., Kete, S. C. R., Gandri, L., Yasin, A., Agusrinal, & Isabela. (2025). Diversity, carbon stock and economic value of the mangrove ecosystem in Wakatobi Biosphere Reserve, Indonesia. *Biodiversitas*, 26(3), 1095–1104. doi: 10.13057/biodiv/d260308.
- Molocchi, A. (2023). Valuing the social cost of carbon: Do economists really care about climate change? *Economics and Policy of Energy and the Environment*, 2023(2), 41–76. doi: 10.3280/EFE2023-002003.
- Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12), 1089–1092. doi: 10.1038/NCLIMATE2734.
- Pendleton, L., Donato, D. C., Murray, B. C., Crooks, S., Jenkins, W. A., Sifleet, S., & Baldera, A. (2012). Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PLOS One*, 7(9), e43542. doi: 10.1371/journal.pone.0043542
- Sondak, C. F. (2015). Estimasi potensi penyerapan karbon biru (blue carbon) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. *Journal of Asean Studies on Maritime Issues*, 1(1), 24–29.