

**Potensi Karbon Biru Dalam Perubahan Iklim Global: Studi Kasus Mangrove Di Tongke-Tongke, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan**

***Blue Carbon Potential of Mangrove Ecosystems for Climate Change Mitigation: A Case Study of Tongke-Tongke Village, Sinjai Regency***

**Naila Resky Ahmad, Annisa Khaerani, Alisa Zahrani, Insyiraah Nur Syamsul, Muhammad Raihan Dhani, Fuad Abdhil Ghani M., Dedi Rimantho\***

Madrasah Aliyah Negeri 2, Kota Makassar, Indonesia

---

**Article history:**

Received October 13, 2025

Accepted December 10, 2025

---

**Keyword:**

*Climate change mitigation, Coastal ecosystem, Rainfall, Sediment.*

---

**\*Corresponding author:**

*rimanthoraja@gmail.com*

---

**Abstrak:** Ekosistem mangrove memainkan peran kunci dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuan mereka menyerap dan menyimpan karbon biru. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kontribusi karbon biru mangrove terhadap dinamika iklim di wilayah pesisir. Metode penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan perhitungan potensi karbon biru pada ekosistem mangrove. Analisis dilakukan dengan menggunakan data iklim periode 2020–2025, catatan stok karbon, serta hasil pengukuran lapangan. Estimasi stok karbon diperoleh melalui formula konversi biomassa dan kandungan bahan organik pada hutan mangrove dan sedimen. Hasil perhitungan menunjukkan total 110.2 MgC/Ha karbon tersimpan pada ekosistem mangrove. Analisis korelasi Pearson mengungkapkan hubungan positif yang kuat antara curah hujan dan stok karbon mangrove ( $r = 0,73$ ;  $r^2 = 0,523$ ), yang menunjukkan bahwa peningkatan nilai karbon biru cenderung diikuti oleh peningkatan curah hujan, dan sebaliknya.

**Abstract:** Bakau ecosystems play a crucial role in mitigating climate change through their ability to absorb and store carbon. This study aimed to evaluate the contribution of bakau karbon biru to climate dynamics in coastal areas. The research method employed is a quantitative approach, involving the calculation of carbon potential in Bakau ecosystems. The analysis was conducted using climate data from 2020 to 2025, carbon stock records, and field measurement results. Carbon stock estimates were obtained through biomass conversion formulas and organic matter content in bakau forests and sediments. The calculation results show a total of 118.378 MgC/Ha of carbon stored in bakau ecosystems. Pearson correlation analysis revealed a strong positive relationship between rainfall and bakau carbon stock ( $r = 0.73$ ;  $r^2 = 0.523$ ), indicating that an increase in karbon biru value tends to be followed by an increase in rainfall, and vice versa.

---

DOI: <https://doi.org/10.51978/jlpp.v30i2.986>

---

**PENDAHULUAN**

Data curah hujan di Kabupaten Sinjai periode 2020–2025 menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup signifikan. Pada tahun 2020, curah hujan tercatat sekitar 2.550 mm/tahun, kemudian meningkat tajam hingga mencapai puncaknya sekitar 3.100 mm/tahun pada tahun 2021. Setelah itu, curah hujan mulai menurun menjadi sekitar 2.950 mm/tahun pada tahun 2022. Penurunan yang lebih drastis terjadi pada tahun 2023 dengan angka sekitar 2.120 mm/tahun, dan terus berlanjut hingga mencapai sekitar 1.730 mm/tahun pada tahun 2025 (BMKG Kab. Sinjai, 2020; 2021; 2022; 2023; 2024). Perubahan ini menjadi salah satu indikasi nyata adanya fenomena perubahan iklim di tingkat lokal, yang ditandai dengan pergeseran pola curah hujan dan berkurangnya ketersediaan air. Penurunan curah hujan secara berkelanjutan tidak hanya

berdampak pada sektor pertanian dan ketersediaan sumber daya air, tetapi juga meningkatkan kerentanan lingkungan pesisir terhadap abrasi dan intrusi air laut (Hamsinar *et al.*, 2024).

Dalam konteks mitigasi perubahan iklim, keberadaan ekosistem mangrove memiliki peran strategis karena karbon dalam jumlah besar mampu diserap dan disimpan melalui mekanisme karbon biru. Dengan kapasitas ini, mangrove berpotensi menekan perubahan pola iklim terutama yang disebabkan oleh laju pemanasan global dan penurunan curah hujan di wilayah pesisir (Annisa *et al.*, 2025). Hutan mangrove berfungsi sebagai benteng alami dalam mengurangi abrasi pantai dan menjaga stabilitas ekosistem pesisir yang semakin terancam akibat perubahan iklim. Kehilangan ekosistem mangrove dapat meningkatkan risiko banjir pesisir karena berkurangnya kemampuan mangrove dalam menahan gelombang dan menstabilkan sedimen. Kondisi ini berdampak langsung terhadap aktivitas budidaya ikan di tambak yang rentan terhadap intrusi air laut, serta menimbulkan kerusakan ekologis lainnya seperti hilangnya berbagai spesies flora dan fauna yang bergantung pada ekosistem tersebut. Dalam jangka panjang, degradasi mangrove akan mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove secara khusus dan ekosistem pesisir secara umum, sehingga mengancam keberlanjutan fungsi ekologis dan ekonomi kawasan pesisir (Ainurrohman & Sudarti, 2022).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi karbon biru yang sangat besar. Bahkan, potensi penyimpanan karbon di ekosistem pesisir Indonesia diperkirakan mencapai 3,4 Pg C, yang setara dengan 3.400 Tg CO<sub>2</sub>, atau sekitar 17% dari cadangan karbon biru dunia (Alongi *et al.*, 2016). Salah satu kawasan dengan ekosistem mangrove yang penting adalah Desa Tongke-Tongke, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Wilayah ini dikenal memiliki hutan mangrove hasil rehabilitasi yang cukup luas dan terbukti mampu menahan abrasi serta melindungi garis pantai. Namun demikian, tekanan lingkungan, perubahan iklim, dan peningkatan aktivitas masyarakat menimbulkan tantangan tersendiri terhadap keberlanjutan ekosistem mangrove di kawasan ini. Terkait uraian tersebut diatas maka dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk menganalisis bagaimana ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai berperan dalam menyerap dan menyimpan karbon biru sebagai upaya mitigasi perubahan iklim, menguji serta mengkaji kapasitas daya dukung karbon biru pada setiap tipe ekosistem mangrove di kawasan Sinjai, dan mengetahui korelasi temperatur di wilayah Sulawesi Selatan dengan potensi karbon biru yang tersimpan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan data empiris mengenai potensi serapan dan penyimpanan karbon biru oleh ekosistem mangrove di Kabupaten Sinjai, yang dapat menjadi dasar saintifik dalam perumusan kebijakan mitigasi perubahan iklim. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan mampu menyediakan informasi tentang kapasitas karbon biru pada berbagai tipe mangrove, yang akan berguna sebagai pengelolaan ekosistem pesisir yang berkelanjutan.

## **METODE**

### **Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Ekosistem mangrove Desa Tongke-Tongke, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai. Lokasi penelitian terletak di antara koordinat 119°15'BT–119°18'BT dan 5°15'LS–5°18'LS (Gambar 1). Lokasi pesisir ini memiliki ekosistem mangrove yang relatif terpelihara dengan baik.

### **Bahan dan Metode**

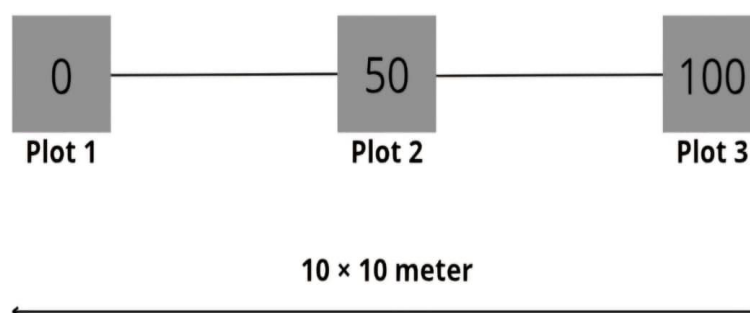
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menghitung potensi karbon biru pada ekosistem mangrove di Desa Tongke-Tongke, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Metode ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara curah hujan dengan stok karbon yang tersimpan pada ekosistem mangrove. Data yang digunakan meliputi data iklim (curah hujan, suhu, dan kelembapan) periode 2020–2025, data stok karbon, serta hasil pengukuran lapangan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadrat, yaitu dengan membuat beberapa plot pengamatan berukuran 10 x 10 meter untuk pohon, 5 x 5 meter untuk pancang, dan 1 x 1 meter untuk semai. Pada setiap plot dilakukan identifikasi jenis mangrove, pengukuran diameter batang (DBH), serta pengambilan contoh sedimen.



Gambar 1. Lokasi penelitian di ekosistem mangrove Desa Tongke-Tongke

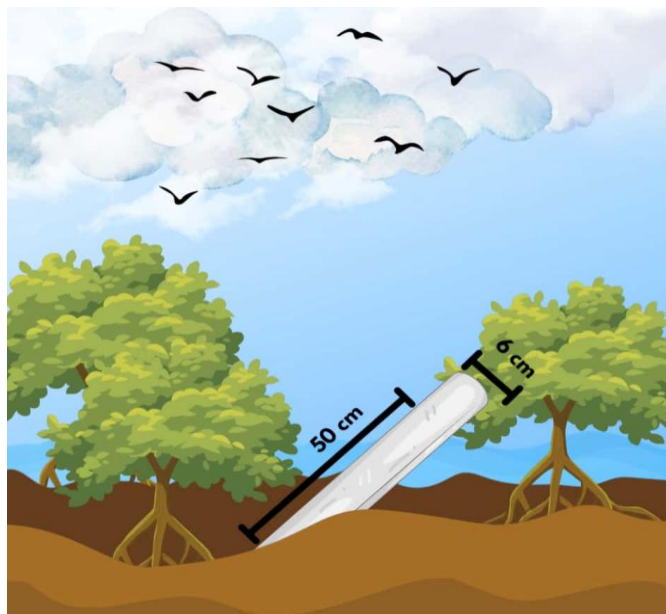
### Pengumpulan Sampel

Penelitian ini dilakukan pada tiga stasiun pengamatan yang disusun secara berurutan di lokasi penelitian sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Stasiun 1 terletak pada jarak 0 meter dari titik awal pengamatan, Stasiun 2 berada pada jarak 50 meter, dan Stasiun 3 berjarak 100 meter sebagai stasiun terjauh. Penentuan jarak antar stasiun ini bertujuan untuk menggambarkan variasi kondisi ekosistem mangrove dari bagian tepi hingga ke bagian dalam kawasan. Setiap stasiun memiliki area pengamatan berukuran 10 m×10 m, yang digunakan sebagai batas wilayah pengambilan sampel dan pengamatan vegetasi. Ukuran tersebut dipilih karena dianggap cukup representatif untuk menunjukkan kondisi ekosistem mangrove pada masing-masing titik. Dengan demikian, ukuran 10 × 10 meter menunjukkan luas area pengamatan di setiap stasiun.



Gambar 2. Tata letak stasiun pengambilan sampel di lokasi penelitian.

Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan metode coring menggunakan pipa paralon berdiameter 6 cm dengan panjang 50 cm. Pipa paralon ditekan ke dalam substrat hingga mencapai kedalaman 40 cm, sehingga sedimen terisi penuh di dalam pipa. Selanjutnya, pipa diangkat secara hati-hati agar struktur sedimen tetap utuh. Sampel yang diperoleh kemudian digunakan untuk analisis karakteristik sedimen lebih lanjut.



Gambar 3. Ilustrasi pengambilan sampel sedimen menggunakan pipa auger.

### Metode Analisis Korelasi

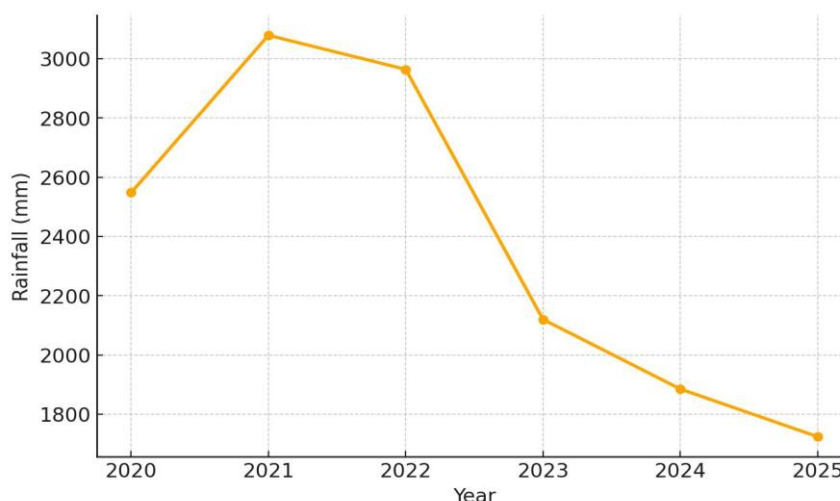
Hubungan antara curah hujan dan penyerapan karbon biru dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi pearson. Rumus diterapkan dengan mengkorelasikan data curah hujan tahunan dan data karbon biru dari tahun 2020 hingga 2025. Dengan memasukkan penyimpangan yang dihitung dari setiap variabel ke dalam rumus, nilai korelasi dapat diperoleh. Nilai ini menunjukkan arah dan kekuatan hubungan antara curah hujan dan penyerapan karbon biru.

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Curah Hujan Tahunan Periode 2020–2025

Data curah hujan tahunan untuk periode 2020–2025 di Desa Tongke-Tongke menunjukkan variabilitas iklim yang signifikan (Gambar 4). Curah hujan meningkat dari 2.548 mm (2020) menjadi 1.885 mm (2024), tetapi kemudian menurun drastis menjadi 1.724 mm (2025), penurunan sebesar 43% dari puncaknya. Berdasarkan grafik curah hujan (2020–2025), terlihat adanya fluktuasi yang cukup signifikan dalam jumlah curah hujan tahunan selama periode tersebut. Pada tahun 2020, curah hujan tercatat sekitar 2.550 mm, kemudian mengalami peningkatan tajam hingga mencapai puncak sekitar 3.100 mm pada tahun 2021. Namun, setelah itu terjadi penurunan bertahap pada tahun-tahun berikutnya, yaitu sekitar 2.950 mm pada tahun 2022, kemudian turun drastis menjadi 2.100 mm pada 2023, dan terus menurun hingga 1.900 mm pada 2024 serta 1.720 mm pada 2025.



Gambar 4. Data curah hujan tahunan Periode 2020–2025

Tren penurunan ini menunjukkan adanya indikasi perubahan pola iklim di wilayah penelitian. Setelah tahun 2021, curah hujan tahunan menurun secara konsisten hingga 2025. Kondisi ini dapat berpengaruh terhadap berbagai aspek lingkungan, termasuk ketersediaan air tanah, produktivitas ekosistem pesisir, serta kemampuan vegetasi seperti mangrove dalam menyimpan karbon. Penurunan curah hujan yang signifikan juga berpotensi mempercepat proses kekeringan dan menurunkan tingkat kelembaban tanah di kawasan pesisir. Hal ini sejalan dengan fenomena perubahan iklim global, di mana variabilitas curah hujan semakin tinggi dan tidak menentu. Pemerintah Indonesia melalui program Net Zero Emission 2050 juga menyoroti pentingnya pengelolaan ekosistem alami seperti hutan mangrove sebagai penyeimbang perubahan iklim, termasuk dalam menjaga siklus hidrologi dan penyerapan karbon.

### Analisis Karbon Biru

Kandungan karbon organik dalam sedimen dianalisis menggunakan metode Walkley Black dan dinyatakan dalam persentase (%). Data ini digunakan untuk menilai potensi karbon biru.

Tabel 1. Hasil analisis karbon sedimen dari kawasan mangrove menggunakan metode Walkley Black

| Sample   | Kandungan bahan Organik (%) Terhadap Sampel Kering 105°C |          |     |
|----------|----------------------------------------------------------|----------|-----|
|          | Walkley Black (C)                                        | Kjeldahl | C/N |
| Sample 1 | 1,17                                                     | -        | -   |
| Sample 2 | 0,94                                                     | -        | -   |
| Sample 3 | 2,72                                                     | -        | -   |
| Sample 4 | 2,38                                                     | -        | -   |
| Sample 5 | 0,82                                                     | -        | -   |
| Sample 6 | 0,68                                                     | -        | -   |
| Sample 7 | 1,78                                                     | -        | -   |
| Sample 8 | 0,85                                                     | -        | -   |
| Sample 9 | 0,94                                                     | -        | -   |

Hasil analisis kadar karbon organik tanah menggunakan metode Walkley & Black menunjukkan bahwa nilai C-organik pada sembilan sampel tanah bervariasi antara 0,68% hingga 2,72%. Nilai tertinggi terdapat pada Sampel 3 (2,72%), sedangkan nilai terendah terdapat pada Sampel 6 (0,68%). Variasi kadar karbon organik ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat bahan organik di setiap lokasi pengambilan

sampel. Semakin tinggi kandungan karbon organik, semakin besar pula kandungan bahan organik yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, serta kemampuan tanah menahan air dan unsur hara (Dinihulda *et al.*, 2018).

Berdasarkan klasifikasi umum kandungan bahan organik tanah (Balittanah, 2015), kadar C-organik <1% tergolong rendah, 1–2% tergolong sedang, dan >2% tergolong tinggi. Dengan acuan tersebut, maka dikelompokkan sampel sebagai berikut:

- Sampel 1 (1,17%), 2 (0,94%), 5 (0,82%), 6 (0,68%), 7 (1,78%), 8 (0,85%), dan 9 (0,94%) termasuk kategori rendah hingga sedang.
- Sampel 3 (2,72%) dan 4 (2,38%) termasuk kategori tinggi.

Kadar C-organik yang tinggi pada beberapa sampel dapat disebabkan oleh akumulasi serasah daun, akar, atau sisa vegetasi yang belum terdekomposisi sempurna. Sementara itu, nilai yang rendah dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang tinggi dalam dekomposisi bahan organik atau rendahnya input bahan organik ke tanah tersebut (Puspanigrum *et al.*, 2023).

Tabel 2. Korelasi Koefisien antara curah hujan dan karbon biru

| Tahun    | Curah Hujan (X) | Karbon Biru(Y) | $x-\bar{x}$ | $y-\bar{y}$ | $(x-\bar{x})(y-\bar{y})$ | $(x-\bar{x})^2$ | $(y-\bar{y})^2$ |
|----------|-----------------|----------------|-------------|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| 2020     | 2548            | 305,04         | 161.33      | 111.6       | 18004.8                  | 26028.44        | 12454.56        |
| 2021     | 3079            | 246            | 692.33      | 52.56       | 36389.04                 | 479325.44       | 2762.5536       |
| 2022     | 2964            | 198,4          | 577.33      | 4.96        | 2863.5733                | 333313.77       | 24.6016         |
| 2023     | 2120            | 160            | -266.33     | -33.44      | 8917.333                 | 71111.111       | 1118.233        |
| 2024     | 1885            | 141            | -501.33     | -52.44      | 26307.4                  | 251669.44       | 2749.9536       |
| 2025     | 1724            | 110.2          | -662.33     | -83.24      | 55160.373                | 439127.11       | 6928.8976       |
| $\Sigma$ | 2386.66         | 193.44         |             |             | 147642.52                | 1600575.33      | 26038.8         |

Tabel 2 menampilkan hubungan antara curah hujan (X) dan karbon biru (Y) untuk periode 2020-2025, yang digunakan dalam analisis korelasi Pearson. Nilai  $\bar{x}$  karbon biru menunjukkan kemampuan ekosistem mangrove dalam menyimpan karbon, sedangkan curah hujan mewakili faktor iklim yang mempengaruhi dinamika lingkungan. Nilai pada baris  $\Sigma$  (sigma) menunjukkan jumlah total setiap kolom, yang menjadi dasar koefisien korelasi Pearson. Oleh karena itu, tabel ini tidak hanya menampilkan data observasi mentah tetapi juga mencakup perhitungan statistik yang menggambarkan sejauh mana hubungan antara karbon biru dan curah hujan.

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y - \bar{Y})^2}}$$

$$r = \frac{147,642,52}{\sqrt{1,600,575,33 \times 26,038,80}}$$

$$r = \frac{147,642,52}{204,140,00}$$

$$r \approx 0,72$$

Perhitungan di atas menunjukkan koefisien korelasi antara dua variabel. Dengan memasukkan nilai yang diberikan ke dalam rumus, hasil yang diperoleh adalah  $r = 0,72$ . Menurut skala interpretasi korelasi, nilai ini menunjukkan hubungan positif yang sangat kuat antara variabel x dan variabel y. Dengan kata lain, ketika nilai salah satu variabel meningkat, variabel lainnya juga cenderung meningkat secara konsisten. Hal ini menunjukkan bahwa variasi pada satu variabel dapat dijelaskan secara besar-besaran oleh variasi pada variabel lainnya, menunjukkan hubungan linier yang erat.

Selain itu, nilai 0,72 menunjukkan bahwa sebagian besar variasi pada satu variabel dapat dijelaskan oleh variasi pada variabel lainnya. Hubungan yang kuat ini mengindikasikan koneksi yang erat diantara keduanya, meskipun perlu dicatat bahwa korelasi tidak selalu menunjukkan kausalitas. Oleh karena itu, meskipun hasil ini menunjukkan hubungan yang bermakna, analisis lebih lanjut mungkin diperlukan untuk memahami faktor-faktor mendasar yang mempengaruhi korelasi ini.

$$\mathcal{R}^2 = r^2 = (0,72)^2 = 0,523$$

$$\mathcal{R}^2 \approx 52,3\%$$

Berdasarkan analisis korelasi Pearson, koefisien korelasi diperoleh sebesar  $r = 0,72$  dengan koefisien determinasi  $r^2 = 0,523$ . Nilai koefisien korelasi yang sangat dekat dengan 1 menunjukkan hubungan yang sangat kuat dan positif antara karbon biru dalam ekosistem mangrove dan curah hujan. Hal ini berarti bahwa peningkatan penyimpanan karbon biru cenderung terkait dengan curah hujan yang lebih tinggi, sementara penurunan karbon biru yang turun dengan curah hujan yang lebih rendah. Hubungan positif yang kuat ini menunjukkan adanya hubungan ekologi antara kapasitas penyimpanan karbon ekosistem mangrove dan dinamika iklim lokal. Selain itu, koefisien determinasi ( $r^2 = 0,523$ ) menunjukkan bahwa sekitar 52,3% variasi curah hujan dapat dijelaskan oleh variasi karbon biru. Dengan kata lain karbon biru berkontribusi secara signifikan dalam menjelaskan curah hujan di wilayah penelitian, sementara 47,7% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar penelitian ini, seperti kondisi atmosfer global, pola musim hujan, dan variabilitas iklim antara tahun (Wicaksono, 2022).

Peningkatan curah hujan juga membantu menjaga kestabilan kelembaban tanah dan suplai nutrisi yang dibutuhkan oleh akar mangrove untuk berfotosintesis secara optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa curah hujan merupakan salah satu faktor iklim yang berpengaruh signifikan terhadap dinamika penyimpanan karbon biru di kawasan mangrove. Namun, karena nilai determinasi tidak mencapai 100%, maka perlu diperhatikan pula peran faktor eksternal lain seperti kondisi hidrologi, jenis spesies mangrove, dan tingkat gangguan antropogenik dalam mempengaruhi kapasitas penyimpanan karbon ekosistem tersebut. Temuan ini menegaskan pentingnya menjaga kestabilan curah hujan melalui mitigasi perubahan iklim agar fungsi ekosistem mangrove sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) dapat tetap optimal dalam jangka Panjang.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan positif yang kuat antara curah hujan dan penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove, dengan nilai koefisien korelasi  $r = 0,72$  dan koefisien determinasi  $r^2 = 0,523$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa sekitar 52,3% variasi penyimpanan karbon biru dipengaruhi oleh perubahan curah hujan, sementara sisanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain seperti tekstur tanah, kandungan bahan organik, salinitas, dan aktivitas biotik di area mangrove. Hasil ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi curah hujan, maka semakin besar pula potensi penambahan biomassa dan akumulasi karbon dalam sedimen mangrove, karena ketersediaan air berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetasi mangrove serta mempercepat proses dekomposisi bahan organik menjadi karbon tersimpan.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BMKG Kabupaten Sinjai yang telah menyediakan data curah hujan yang akurat dan relevan untuk keperluan analisis, serta kepada Laboratorium Universitas Hasanuddin atas bantuan dan fasilitas yang diberikan selama proses pengambilan serta analisis sampel berlangsung.

## REFERENSI

Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean, J. W., Kauffman, J. B., Hutahaean, A., Crooks, S., Lovelock, C. E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M., Pidgeon, E., & Wagey, T. (2016). Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecology and Management*, 24(3), 1–13.

- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis. *Jurnal Sains Lingkungan*, 8(1), 1–10.
- Annisa, L., & Sudibyo, M. (2024). Serapan Karbon pada Empat Jenis Mangrove (*Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, *Bruguiera parviflora*, *Xylocarpus granatum*) di Desa Selotong. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(4), 260–265.
- BMKG Kab. Sinjai. (2020). Data Curah Hujan Kabupaten Sinjai 2020. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sinjai.
- BMKG Kab. Sinjai. (2021). Data Curah Hujan Kabupaten Sinjai 2021. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sinjai.
- BMKG Kab. Sinjai. (2022). Data Curah Hujan Kabupaten Sinjai 2022. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sinjai.
- BMKG Kab. Sinjai. (2023). Data Curah Hujan Kabupaten Sinjai 2023. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sinjai.
- BMKG Kab. Sinjai. (2024). Data Curah Hujan Kabupaten Sinjai 2024. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kabupaten Sinjai.
- Dinihulda, A., Akbar, A. A., & Jumiaty, J. (2018). Peran Ekosistem Mangrove bagi Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Ekosistem Pesisir*, 18(2), 191–198.
- Hamsinar, H., Halim, Z. A., & Idrus, I. (2024). Mitigasi Bencana Banjir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Baringeng di Dusun Maccini, Desa Panaikang, Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Mitigasi dan Lingkungan*, 1(1), 26–31.
- Indrawati, Budimawan, & Samsu, A. (2023). Mangrove management model towards net zero emissions in Sinjai Regency, South Sulawesi Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1272, 012014.
- Melati, D. N. (2021). Mangrove Ecosystem and Climate Change Mitigation: A Literature Review. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 16(1), 1–8.
- Puspaningrum, D., Suleman, V., & Ernikawati. (2023). Potensi Blue Carbon Ekosistem Mangrove Pilohulata Utara: The Blue Carbon Potential of the Pilohulata Mangrove Ecosystem in North Gorontalo. *Jurnal Ilmu Kelautan Tropis*, 6(2), 121–134.
- Rahman, Tuahatu, J. W., & Tuhehay, C. (2024). Blue carbon potential of mangrove ecosystem on the coast of Negeri Waai, Central Maluku Regency. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 18(1), 45–57.
- Wicaksono, A. (2022). Pengaruh Fenomena La Nina terhadap Anomali Curah Hujan Bulanan di Sulawesi Selatan. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 2(3), 35–49.