



Evaluasi ekosistem mangrove Tambakrejo: Kondisi vegetasi, keanekaragaman hayati, dan potensi penyerapan karbon

Luthfi Nurwafi F¹, Aryo Aji Asmoro², Milasania Shintadewi³

^{1,2,3}PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang

email: fjst.itsemarang@gmail.com

Info Artikel :

Diterima :

5 Juni 2025

Disetujui :

12 Juli 2025

Dipublikasikan :

25 Juli 2025

ABSTRAK

Kegiatan pemantauan ekosistem mangrove di Tambakrejo, Semarang, telah dilaksanakan oleh PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang sebagai bagian dari Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi vegetasi mangrove, keanekaragaman hayati, serta potensi penyerapan karbon. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel vegetasi, pemantauan plankton, dan observasi aves. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa kondisi mangrove mengalami penurunan, dengan kerapatan rata-rata 1116,55 individu/ha dan total stok karbon permukaan sebesar 32,33 ton. Keanekaragaman hayati di kawasan ini tergolong rendah, dengan 11 spesies mangrove teridentifikasi dan 22 spesies burung. Penurunan luas mangrove disebabkan oleh faktor antropogenik dan alam, termasuk pembangunan jalan tol dan akumulasi sampah. Rekomendasi untuk meningkatkan kondisi ekosistem meliputi pembangunan pemecah ombak, pemasangan jaring sampah, dan diversifikasi spesies dalam penanaman mangrove. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan berkelanjutan ekosistem mangrove di Tambakrejo.

Kata Kunci: Mangrove, Pemantauan, Keanekaragaman hayati, Penyerapan karbon, Pengelolaan berkelanjutan.

ABSTRACT

Mangrove ecosystem monitoring in Tambakrejo, Semarang, was conducted by PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang as part of the Company Performance Rating Assessment Program (PROPER). This study aimed to evaluate the condition of mangrove vegetation, biodiversity, and carbon sequestration potential. Methods used included vegetation sampling, plankton monitoring, and bird observation. Monitoring results indicated that mangrove conditions had declined, with an average density of 1,116.55 individuals/ha and a total surface carbon stock of 32.33 tons. Biodiversity in this area is relatively low, with 11 identified mangrove species and 22 bird species. The decline in mangrove area is caused by anthropogenic and natural factors, including toll road construction and waste accumulation. Recommendations to improve ecosystem conditions include the construction of breakwaters, the installation of trash nets, and species diversification in mangrove plantings. This research is expected to serve as a reference for the sustainable management of the mangrove ecosystem in Tambakrejo.

Keywords: Mangrove, Monitoring, Biodiversity, Carbon Sequestration, Sustainable Management.



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Lingkungan hidup yang sehat merupakan hak bagi setiap makhluk hidup. Oleh karena itu, setiap pelaksana usaha yang mengambil manfaat dari lingkungan, wajib melaksanakan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Menurut Undang – undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, salah satunya dengan pemantauan lingkungan, bahwa kondisi lingkungan dapat dikatakan berkualitas apabila dalam aktivitas manusia dialirkan melalui kegiatan pengelolaan lingkungan.

Kegiatan pemantauan lingkungan hidup bertujuan untuk mempertahankan keseimbangan secara berkelanjutan (*sustainability*) dari fungsi lingkungan hidup, dan pengendalian kerusakan lingkungan (Rizki et al., 2023). Hal tersebut menjadi alasan serta tanggung jawab pemilik usaha/lembaga yang mengadakan unit kegiatan di lingkungan tertentu, untuk melakukan kegiatan pemantauan.

PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang yang merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) telah melakukan kegiatan usaha di wilayah pesisir. PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang mengadakan Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER) dalam melakukan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagai bentuk tanggung jawab normatif dan pembentukan citra perusahaan. Salah satu kegiatan tersebut adalah penanaman mangrove dan pemantauan secara berkala guna mendukung pelestarian lingkungan.

PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang bekerja sama dengan kelompok peduli lingkungan CAMAR (Cinta Alam Mangrove Asri dan Rimbun) desa Tambakrejo. Kegiatan penanaman mangrove dilakukan oleh PT. Terminal Terpadu Pertamina Patra Niaga Semarang, berada di kawasan Mangrove Tambakrejo. Kegiatan pemantauan dana atau pemantauan dilakukan di kawasan ekosistem mangrove dan juga fauna di lingkungan tersebut, yang dilakukan secara langsung maupun tidak langsung terkena dampak kegiatan Terminal Terpadu Semarang.

Pengelolaan mangrove dilakukan bersama Kelompok Peduli Lingkungan CAMAR Kampung Tambakrejo. Pada kegiatan penanaman, pengelolaan, dan pemantauan mangrove yang dilakukan oleh PT. Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang merupakan bentuk komitmen dalam menjaga, melindungi, serta meningkatkan kualitas lingkungan dan sumber daya maupun keanekaragaman hayati – Nya. Basis data pendukung yang berupa pemantauan ekosistem mangrove di sekitar ruang aktivitas PT. Terminal Terpadu Pertamina Patra Niaga Semarang diperlukan dalam mencapai kualifikasi kualitas lingkungan.

Hasil pemantauan yang dilakukan dalam skala waktu tertentu, akan memberikan gambaran tentang perkembangan mangrove di setiap tahunnya sehingga dapat memonitor vegetasi mangrove untuk menentukan kegiatan apa yang dapat dilakukan selanjutnya dalam memperlakukan vegetasi mangrove. Berkaitan dengan aktivitas antropogenik maupun alami yang terjadi di area kegiatan PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang dan kawasan mangrove Tambakrejo, diharapkan selanjutnya dapat dijadikan contoh evaluasi dan perencanaan berkelanjutan dalam pengelolaan lingkungan ekosistem pesisir.

Penelitian terdahulu yang analisisnya relevan dengan laporan pemantauan mangrove di Tambakrejo mencakup beberapa penelitian penting. Salah satunya adalah penelitian tentang keanekaragaman hayati mangrove yang menunjukkan bahwa spesies mangrove di wilayah pesisir Indonesia bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan tekanan antropogenik (Rahmatuzzakia et al., 2025). Penelitian ini menemukan bahwa daerah dengan intervensi manusia yang tinggi cenderung memiliki keanekaragaman yang lebih rendah. Selain itu, analisis penyerapan karbon mangrove oleh peneliti lain mengungkapkan potensi tinggi dalam penyerapan karbon, meskipun bervariasi signifikan tergantung pada spesies dan kondisi ekosistem (Azizah et al., 2024). Penelitian ini memberikan data tentang stok karbon di berbagai lokasi, tetapi tidak secara spesifik membahas kawasan Tambakrejo. Dampak infrastruktur, seperti jalan tol dan pelabuhan, juga telah diteliti, menunjukkan bahwa pembangunan tersebut menyebabkan fragmentasi habitat dan penurunan luas mangrove (Matitaputy et al., 2024).

Terdapat beberapa kesenjangan dalam penelitian sebelumnya, seperti kurangnya data longitudinal untuk menganalisis perubahan jangka panjang dalam ekosistem mangrove di Tambakrejo, serta analisis mendalam tentang faktor spesifik yang menyebabkan penurunan kerapatan dan keanekaragaman hayati. Selain itu, rekomendasi pengelolaan yang spesifik dan terukur untuk ekosistem mangrove di lokasi tertentu masih jarang ditemukan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus yang spesifik di Tambakrejo, memberikan analisis mendalam yang belum banyak diteliti sebelumnya. Metodologi yang digunakan juga terpadu, dengan pemantauan plankton dan pengamatan, sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang ekosistem mangrove. Selain itu, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi masalah, tetapi juga memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan kondisi ekosistem, seperti pembangunan pemecah ombak dan diversifikasi spesies. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat

memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pelestarian ekosistem mangrove di Tambakrejo dan menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya.

Kegiatan PROPER oleh PT Pertamina Patra Niaga Integrated Terminal Semarang berupa pemantauan ekosistem mangrove guna memelihara fungsi mangrove dalam suatu kawasan, khususnya dalam menjaga keseimbangan antara konservasi dan pemanfaatannya. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memberikan gambaran tentang kondisi komunitas mangrove pada tahun 2024 dan juga biota yang hidup di sekitarnya seperti plankton dan komunitas aves (burung).

METODE PENELITIAN

Kegiatan ini dilakukan di kawasan mangrove Tambakrejo, Kelurahan Tanjungmas, Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, yang merupakan lokasi tetap dalam kegiatan pemantauan mangrove tahunan. Tim monitoring mangrove Tambakrejo 2024, terdiri dari 5 orang Tim Ahli, yaitu mangrove, plankton, aves, foto udara, dan pengolahan citra, serta dibantu oleh 3 asisten yang luasnya atas bidang identifikasi mangrove, identifikasi citra satelit dan identifikasi komposisi aves. Materi yang digunakan dalam pengambilan data kondisi mangrove di ekosistem mangrove Tambakrejo tahun 2024 dibagi menjadi 2 (dua) aspek yaitu: Aspek Ekologi, yang terdiri dari: Analisa struktur dan komposisi mangrove; dan Parameter komunitas alami, faktor lingkungan dan regenerasi mangrove yang masuk dalam MHI/Mangrove *Health Index*) dan perhitungan cadangan karbon. Aspek Spasial, yang mencakup Indeks Mangrove (Luas mangrove sejati yang ada).

Metode pengambilan sampel struktur dan komposisi vegetasi mangrove dilakukan dengan mengacu pada Mueller Dumbois dan Ellenberg (Syafrizal et al., 2019) yaitu dengan metode plot sampling (metoda sampel plot). Sampel diambil secara acak terstratifikasi (*stratified random sampling*). Hasil survei pendahuluan dari spasial kemudian dilakukan ground truth dan dipilih titik pengambilan sampel berupa transek yang diharapkan mewakili karakteristik masing-masing lokasi dan juga mempertimbangkan analisa keamanan.

Lokasi vegetasi mangrove dilakukan dengan cara pengambilan sampling pada masing – masing stasiun sampling. Kegiatan identifikasi ini diawali dengan membuat kuadrat plot dengan ukuran 10 m × 10 m menggunakan tambang. Pada setiap plot dilakukan identifikasi yaitu dengan menghitung tegakan pohon (Arwanda et al., 2021), kemudian mengukur diameter batang dan tinggi vegetasi. Hasil identifikasi ini menghasilkan struktur komunitas yang menggambarkan kondisi kerapatan (K), kerapatan relatif (KR) dan nilai penting (NP) mangrove yang ada di lokasi. Kerapatan jenis (K) adalah jumlah individu per area (Larasati et al., 2022). Basal Area (BA) merupakan volume pohon yang diperoleh dari pengukuran batang pohon yang diukur secara melintang terhadap luas area identifikasi (Zikri & Kardiman, 2024). Nilai Penting (NP) digunakan untuk mengetahui spesies yang mendominasi suatu luas kawasan mangrove.

Untuk mengetahui luasan hutan mangrove dilakukan analisis luasan ekosistem mangrove menggunakan citra foto udara, untuk kemudian dilakukan interpretasi. Pada pengambilan data aves diperoleh dengan cara metode Transect Walk (jelajah) dan kegiatan wawancara langsung kepada masyarakat. Untuk melengkapi informasi juga dilakukan pengumpulan data sekunder hasil penelitian – penelitian sebelumnya sama seperti tahun sebelumnya. Dalam pengambilan sampel plankton dengan cara menarik planktonet dengan jarak penarikan ± 20 m melawan arus. Kegiatan pengambilan sampel tersebut meliputi pengambilan sampel udara laut, dimana di dalam udara laut mengandung sampel zooplankton. Dari setiap titik pengambilan sampel, zooplankton diperoleh sebanyak ± 1 Liter yang kemudian ditambahkan formalin 4% untuk mengawetkan sampel tersebut.

Pada kegiatan selanjutnya yaitu melakukan identifikasi zooplankton, yang dilakukan dengan cawan pertri dengan sebelumnya telah dilakukan pembagian sampel air zooplankton dengan plankton pembagi menjadi volume 15 ml. Kegiatan identifikasi plankton ini dilakukan dengan mikroskop dan menggunakan buku kunci identifikasi plankton Yamaji (Wahyuningsih, 2024). Kategori perairan subur adalah apabila dilaporkan $> 40 \times 10^6/m^3$, kesuburan sedang jika dilaporkan $0.1 - 40 \times 10^6/m^3$, dan kurang subur jika dilaporkan $< 0.1 \times 10^6/m^3$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mangrove memiliki potensi *blue carbon*. Sehingga *blue carbon* yang dimilikinya tersebut berfungsi sebagai penyerap karbon (C) di udara maupun di perairan (laut), dengan kata lain, potensi

blue carbon pada mangrove dapat mengurangi emisi karbondioksida (CO²). Outputnya bisa memitigasi pemanasan global dan perubahan iklim dengan cara menjaga keberadaan ekosistem pesisir (Agustina et al., 2023). Selain itu, pengembangan ekosistem mangrove sebagai penyerap karbon yang merupakan wujud implementasi dari tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals / SDG's*) butir 13 (*Climate Action*) dan butir 14 (*Life Below Water*).

Ekosistem mangrove dapat menurunkan resiko sedimentasi oleh material organik dan anorganik, yang berasal dari daratan dan masuk ke ekosistem pesisir. Kemudian secara fisik, mangrove juga dapat menurunkan resiko abrasi daratan yang disebabkan oleh gelombang laut serta kerusakan pemukiman akibat badai, tsunami maupun gelombang tinggi. Adapun secara sosial, mangrove juga memberikan manfaat sebagai sumber bahan pangan dan obat – obatan alternatif.

Kegiatan monitoring mangrove berdasarkan hasil penanaman mangrove oleh PT. Pertamina Patra Niaga Integrates Terminal Semarang yang dilakukan di Tambakrejo, pada tahun ini mengalami penurunan jumlah vegetasi dan penurunan luasan lahan. Namun, hal tersebut tidak selalu menandakan bahwa kondisi mangrove mengalami penurunan. Terdapat beberapa faktor yang menjadi tolak ukur kondisi mangrove di suatu wilayah, salah satunya adalah jumlah individu dalam area luasan mangrove, yang mengacu pada KepMen LH No 201 tahun 2004 tentang kriteria baku dan pedoman penentuan kerusakan mangrove.

Sebagai peneliti dan pengamat kondisi mangrove, penulis mempertimbangkan kondisi mangrove tidak selalu tentang jumlah vegetasi di tiap area, melainkan kualitas vegetasi seperti lingkaran batang, tutupan kanopi, dan kesesuaian peran mangrove terhadap fungsinya. Kondisi mangrove di beberapa titik survei terlihat tumbuh subur, terutama di lokasi penanaman, namun tidak sedikit mangrove yang mengalami degradasi akibat adanya pembangunan jalan tol disertai faktor alam yang berasal dari arus ombak dan angin. Kondisi ekosistem mangrove di titik survei 1 berdasarkan Gambar 1, terlihat banyak sekali sampah yang terbawa oleh ombak dari arah timur akibat kegiatan antropogenik. Lokasi survei 1 juga merupakan wilayah penanaman, dimana dalam gambar tersebut terdapat mangrove jenis *Rhizophora Mucronata* dan *Avicennia marina* yang sedang dalam monitoring setelah penanaman di waktu sebelumnya.



Gambar 1. Kondisi Mangrove Tambakrejo 2024 Titik Sampling 1



Gambar 2. Kondisi Mangrove Tambakrejo 2024 Titik Sampling 2

Lokasi mangrove di titik survei 2 masih rentan terhadap ancaman ombak dan angin. Tidak lepas dari ancaman sampah yang terbawa ombak dari berbagai daerah. Pada Gambar 2, banyak tegakan dalam posisi miring, sebagai bentuk kecangannya hembusan angin dan deburan ombak. Artinya, mangrove tersebut terus menerus mendapat ancaman rubuh dari waktu ke waktu. Kondisi tersebut membuktikan bahwa mangrove sebagai pelindung ombak besar dan angin kencang berjalan sesuai fungsinya. Namun perlahan terus mengalami degradasi akibat tidak adanya pemecah ombak maupun penghalang.

Kondisi mangrove di lokasi survei 3 seperti pada Gambar 3, terpantau tidak dalam keadaan baik karena banyaknya kapal sandar yang sengaja atau tidak bersandar di lokasi *tracking*. Hal ini menyebabkan ringkihnya tegakan mangrove yang berasal dari aktivitas manusia dan faktor abiotik.





Gambar 3. Kondisi Mangrove Tambakrejo 2024 Titik Sampling 3



Gambar 4. Kondisi Mangrove Tambakrejo 2024 Titik Sampling 4

Di titik sampling 4, terlihat pada lingkaran di Gambar 4. kondisi tersebut menyatakan bahwa tidak ada lagi mangrove yang tersisa di lokasi tersebut. Sedangkan pada tahun ini, titik sampling 5 tidak lagi terdapat jalan setapak dan telah terjadi relokasi makam dikarenakan makam di lokasi sampling telah tenggelam.



Gambar 5. Kondisi Mangrove Tambakrejo 2024 Titik Sampling 5

Berdasarkan survei langsung pada lokasi kondisi di tahun 2024, telah banyak mangrove baru akibat dari kegiatan penanaman rutin yang dilakukan oleh Pertamina dan beberapa pihak terkait. Berikut adalah kondisi titik sampling 5, dapat dilihat pada Gambar 5.

Beberapa permasalahan yang dihadapi ekosistem mangrove Tambakrejo masih saja berasal dari sampah plastik dan dari aktivitas manusia. Tahun 2024, tambah permasalahan baru yaitu terancamnya ekosistem mangrove karena adanya pembangunan jalan tol yang melintas di sekitar lokasi ekosistem mangrove.

Pada Gambar 6 merupakan sampah plastik yang menumpuk di area mangrove. Hal ini menjadi bahan evaluasi PT. Pertamina IT Semarang untuk bisa mengadakan pengumpulan sampah dan pengelolaan sampah plastik di sekitar lokasi mangrove. Sampah menjadi faktor penurunan kualitas lingkungan hidup mangrove. Pemasangan jaring sampah selalu dapat menjadi alternative solusi untuk kelangsungan hidup mangrove.



Gambar 6. Sampah pada Ekosistem Mangrove Tambakrejo

Selanjutnya, pada Gambar 7 dan Gambar 8 merupakan gambaran mangrove terdampak pembangunan jalan tol dan kerusakan mangrove karena faktor alam (angin kencang dan besar gelombang).



Gambar 7. Wilayah Mangrove Terdampak Pembangunan Jalan Tol



Gambar 8. Kondisi Mangrove terkait Faktor Abiotik (angin dan air pasang)

Untuk selanjutnya, kondisi *tracking* mangrove pada Gambar 9 telah mengalami kerusakan akibat kerasnya gelombang air laut dan dijadikannya lokasi *tracking* sebagai sandaran kapal.



Gambar 9. Kondisi Tracking Mangrove Tambakrejo Tahun 2024

Berdasarkan hasil kegiatan monitoring, didapati kesimpulan bahwa PT. Pertamina IT Semarang akan berusaha lebih sigap dalam melakukan restorasi mangrove, demi mempertahankan kondisi eksisting mangrove di Tambakrejo. Upaya restorasi yang bisa dilakukan yaitu dengan cara melakukan penanaman berkala dibarengi dengan pemberian pupuk khusus mangrove, membuat pemecah ombak, dan merenovasi *tracking* mangrove (lokasi di eduwisata mangrove) serta membuat bahu sandaran kapal. Berbagai upaya tersebut diharapkan dapat meningkatkan pendapatan masyarakat sekitar kawasan mangrove dan mempermudah akses monitoring vegetasi oleh PT. Pertamina. Selain itu, agar kelestarian mangrove tetap terjaga maka evaluasi dan perencanaan ulang harus terus dimatangkan.

Monitoring Vegetasi Mangrove

Kondisi vegetasi mangrove di Tambakrejo tahun ini mengalami penurunan dibanding tahun sebelumnya. Kondisi tersebut disebabkan banyak faktor, yaitu gelombang tinggi perairan laut utara, hambusan angin kencang tanpa adanya penghalang, pembangunan jalan tol, tumpukan sampah dari berbagai daerah, serta kapal yang bersandar di berbagai sisi lokasi *tracking* mangrove.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, jenis mangrove di Tambakrejo ditemukan 11 (sebelas) jenis mangrove yang masuk ke dalam wilayah Tambakrejo. Namun tidak menutup kemungkinan terdapat jenis mangrove lain di area Tambakrejo, yang tidak masuk dan tercatat ke dalam area sampling. Berikut adalah Tabel 1., yang memaparkan komposisi jenis vegetasi mangrove di Tambakrejo.

Tabel 1. Komposisi Jenis Mangrove di Tambakrejo Tahun 2024

Komponen Vegetasi*	No.	Nama Spesies
Mangrove Mayor	1.	<i>Avicennia marina</i>
	2.	<i>Rhizophora mucronata</i>
	3.	<i>Rhizophora apiculata</i>
Mangrove Minor	1.	<i>Excoecaria agallocha</i>
Mangrove Asosiasi	1.	<i>Sesuvium portulacastrum</i>
	2.	<i>Ipomoea pes caprae</i>
	3.	<i>Derris trifoliata</i>
	4.	<i>Wedelia biflora</i>
	5.	<i>Casuarina equisetifolia</i>
	6.	<i>Terminalia catappa</i>
	7.	<i>Morinda citrifolia</i>

Sumber : Tomlinson (1986)

Struktur vegetasi mangrove di 4 stasiun mangrove di Tambakrejo menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora mucronata* mendominasi di 2 (dua) dari 4 (empat) stasiun penelitian yaitu di stasiun TR 1 dan TR 5. Hal ini dikarenakan spesies *Rhizophora mucronata* sering digunakan dalam kegiatan rehabilitasi mangrove. Sedangkan 2 (dua) lokasi lainnya yaitu di TR 3 didominasi spesies *Avicennia marina* serta di TR 2 didominasi spesies *Rhizophora apiculata*. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya Indeks Nilai Penting (INP) pada masing – masing lokasi dan dominansinya seperti terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur dan Komposisi Mangrove Tambakrejo Tahun 2024

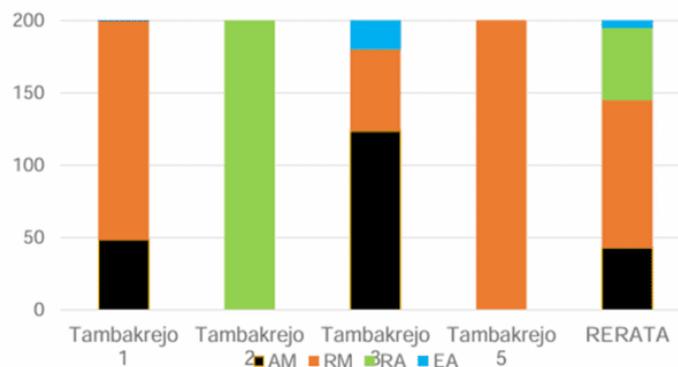
Lokasi	No	Spesies	K (ind/ha)	KR (%)	BA (m ² /Ha)	DR (%)	INP
Tambakrejo 1	1	<i>Avicennia marina</i>	89	8,89	0,16	39,69	48,58
	2	<i>Rhizophora mucronata</i>	911	91,11	0,25	60,31	150,16
Jumlah			1000	100	0,41	100	200
Tambakrejo 2	1	<i>Rhizophora apiculata</i>	1500	100	2,08	100	200
Jumlah			1500	100	2,08	100	200
Tambakrejo 3	1	<i>Avicennia marina</i>	456	34,45	5,09	89,14	123,59
	2	<i>Excoecaria agallocha</i>	256	19,33	0,03	0,57	19,90
	3	<i>Rhizophora mucronata</i>	611	46,22	0,59	10,29	56,51
Jumlah			1322	100	5,71	100	200,00
Tambakrejo 5	1	<i>Rhizophora mucronata</i>	644	100	1,31	100	200
	Jumlah		644	100	1,31	100	200

Berdasarkan hasil identifikasi mangrove di kawasan Tambakrejo, kerapatan menjadi salah satu tolak ukur perhitungan jumlah vegetasi mangrove. Dari 4 stasiun sampling, rata-rata kerapatan per hektar yaitu 1116,55 individu/Ha, dimana jumlah kerapatan tersebut menurun dari tahun sebelumnya. Jika luas area mangrove Tambakrejo sebesar 0,91 Ha, maka prakiraan jumlah tegakan vegetasi mangrove yang ada di Tambakrejo sebanyak 1016,01 individu.

Kerapatan individu mangrove dikelompokkan menjadi tiga, yaitu kerapatan tinggi (tutupan baik dengan kerapatan ≥ 1500 ind/Ha), sedang (tutupan cukup baik dengan kerapatan $1000 < 1500$), dan rendah (tutupan rusak dengan kerapatan < 1000 ind/Ha). Dari hasil perhitungan tersebut, menunjukkan bahwa keadaan atau kondisi kerapatan pada stasiun sampling TR 2 masuk ke dalam kategori kerapatan tinggi karena mencapai jumlah 1500 individu/Ha. Sedangkan TR 5 masuk ke dalam kategori kerapatan rendah karena berjumlah 644 ind/Ha.

Faktor lain yang menjadi tolak ukur dalam menilai kondisi mangrove adalah basal area, dimana basal area merupakan luas penampang pohon (batang). Mangrove dapat dikatakan baik ketika luas penampang lebih besar (dibanding dengan mangrove sejenis), karena diartikan mangrove dapat bertahan hidup dan tumbuh dalam kondisi baik (Mahmuda et al., 2023). Namun, kerapatan mangrove tidak selalu berbanding lurus dengan luas basal area, hal ini dikarenakan mangrove tumbuh tinggi tetapi tidak bertambah berat (menggemuk), atau dalam kasus lain mangrove masih berupa mangrove baru.

Sebanyak 4 (empat) jenis mangrove ditemukan di dalam seluruh stasiun pemantauan di Tambakrejo. Secara umum, spesies mangrove yang sering digunakan dalam kegiatan rehabilitasi yaitu *Rhizophora mucronate* atau yang memiliki nama lokal bongko/ bakau hitam, memiliki Indeks Nilai Penting (INP) terbesar dibanding spesies lain yang ditemukan. Selengkapnya pada Gambar 10.



**Gambar 10. Nilai INP setiap jenis dalam setiap stasiun pemantauan (1-4) dan reratanya (Tot).
Keterangan: AM= *Avicennia marina*; RM= *Rhizophora mucronata*; RA= *Rhizophora apiculata*;
EA= *Excoecaria agallocha***

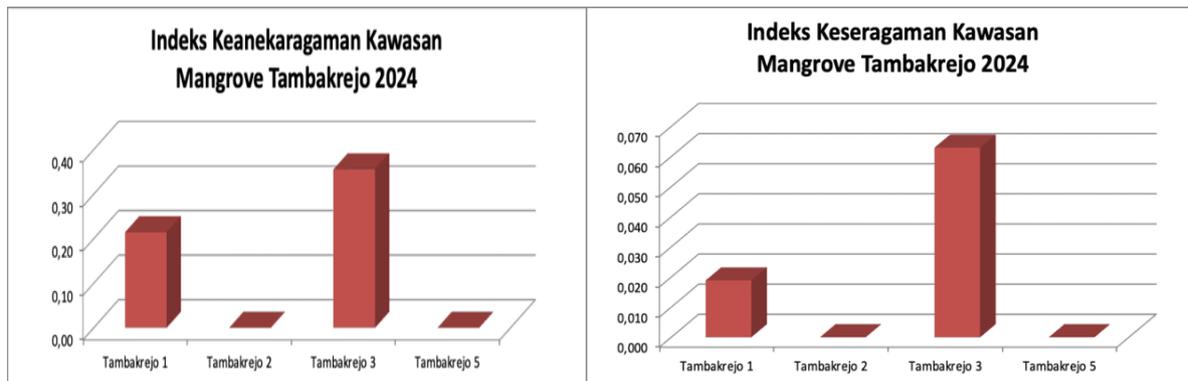


Gambar 11. Perbandingan Rata- Rata Nilai Kerapatan (K) Mangrove Kategori Pohon di Tambakrejo

Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') ekosistem mangrove di Tambakrejo dikategorikan rendah. Indeks Keanekaragaman (H') cenderung tinggi di TR 03 yang memiliki nilai yaitu 0,45 sementara di TR 02 dan TR 05 memiliki Indeks dengan nilai 0 dikarenakan dominasi spesies di stasiun tersebut. Sementara untuk Indeks Keseragaman (J') cenderung tinggi pada stasiun TR 03 dengan 0,0063 sementara di stasiun TR 02 angka H' maupun J' menunjukkan angka 0 dikarenakan hanya ditemukan 1 spesies saja.

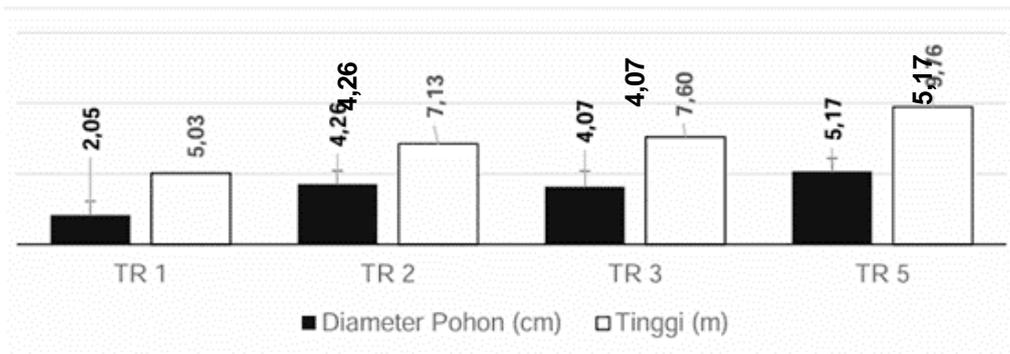
Tabel 3. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Keseragaman (J') Mangrove Tambakrejo Tahun 2024

Lokasi	H'	Kategori*	J'	Kategori**
Stasiun Sampling TR 1	0,13	Rendah	0,019	Rendah
Stasiun Sampling TR 2	0,00	Rendah	0,000	Rendah
Stasiun Sampling TR 3	0,45	Rendah	0,063	Rendah
Stasiun Sampling TR 5	0,00	Rendah	0,000	Rendah



Gambar 12. Grafik Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (J') Mangrove Tambakrejo Tahun 2024

Ketinggian vegetasi mangrove di Kawasan Tambakrejo berada di kisaran 5,03-9,76 m dengan nilai terbesar 9,76m, di lokasi sampling TR 5. Sedangkan untuk nilai terendah adalah 5,03m di lokasi sampling TR1. Sementara untuk diameter pohon vegetasi mangrove tertinggi berada di lokasi sampling TR 5 sebesar 5,17cm. serta diameter pohon terkecil berada pada lokasi sampling TR 1 sebesar 2,05 cm. Selengkapnya dapat dilihat Gambar 13.



Gambar 13. Distribusi Rerata Diameter Pohon dan Tinggi Vegetasi Mangrove Tambakrejo Tahun 2024

Grafik persentase tutupan di setiap stasiun di Kawasan Tambakrejo menunjukkan hasil bahwa stasiun sampling TR 1 dengan nilai tertinggi sebesar 70,8 %, sedangkan nilai terendah 55 % di stasiun sampling TR 5.

Tabel 4. Kriteria Baku Kerusakan Mangrove berdasarkan KepMenLH 2021 Tahun 2004

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	≥ 75	≥ 1500
	Sedang	$\geq 50 - < 75$	$\geq 1000 - < 1500$
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

Peta Mangrove Eksisting dan Estimasi Serapan Karbon

Dalam kegiatan ini peta mangrove eksisting disajikan menjadi tiga jenis yaitu (1) Peta luas mangrove eksisting; (2) Peta perubahan mangrove tahun 2020 – 2022 – 2023 – 2024; dan (3) Peta Total Karbon atas Permukaan. Peta mangrove tersebut menggunakan sumber dari *base map*, foto udara dan survei lokasi yang dilakukan pada bulan Agustus 2024.

Berdasarkan analisa struktur vegetasi yang divalidasi dengan analisa spasial menggunakan dari foto udara *real time*, didapatkan data bahwa luas eksisting ekosistem mangrove di Tambakrejo sebesar 1,19 ha. Selanjutnya, dilakukan pula analisa potensi cadangan karbon dalam biomassa bagian atas (*above ground*). Pengukuran perhitungan cadangan karbon dengan cara pengukuran *ground truth* (basal area) untuk kemudian dilakukan overlay ke dalam peta mangrove dari hasil foto udara terbaru (Permata & Rahayu, 2020).

Pada Tabel 5., diketahui nilai dari *carbon stock* per hektar, yang mana perlu diketahui dalam identifikasi ini yaitu hanya dilakukan perhitungan stok karbon permukaan. Cadangan karbon yang terukur hanya dari penampang batang. Hal ini dilakukan karena akan banyak perbedaan jika perhitungan karbon dilakukan dengan cara mendetail sampai akar, substrat, dan serasah. Wilayah mangrove yang didapatkan pada tahun 2024 sebesar 0.91 Ha, sehingga total *carbon stock* permukaan wilayah mangrove Tambakrejo sebanyak 32,33 ton.

Tabel 5. Biomassa Atas Permukaan

Lokasi	C plot (ton/ha)	Luas Stratum (ha)	C Stratum (ton)
Tambakrejo 1	3.34	0.91	3.04
Tambakrejo 2	7.25		6.60
Tambakrejo 3	116.92		106.40
Tambakrejo 5	14.57		13.26
Rerata			32.33

Analisis *ground truth* dan citra foto udara menghasilkan perhitungan stok karbon berdasarkan kanopi permukaan atau tingkat kerapatan dari hijau daun dan pengukuran basal area. Kemampuan mangrove di Tambakrejo dalam penyerapan karbon yang didapat berdasarkan *overlay* foto udara dan *ground truth* yaitu sebanyak 32,33 ton/Ha/tahun.

Pengukuran melalui citra foto udara juga menghasilkan perubahan luasan mangrove, baik di bagian utara maupun selatan Tambakrejo. Penurunan luasan mangrove merupakan dampak dari naiknya muka air laut yang merendam badan mangrove yang mengakibatkan kematian tegakan mangrove (Gustami et al., 2023). Penyebab lain dari penurunan luasan mangrove adalah akibat dari gelombang ombak langsung, sampah buangan dari aktifitas masyarakat, serta perubahan suhu yang signifikan menjadi faktor pendukung berkurangnya luasan mangrove.

Monitoring Komposisi Burung (Aves)

Dari hasil kegiatan monitoring aves di lokasi mangrove Tambakrejo, terdapat penambahan jumlah spesies sebanyak 7 spesies dari tahun sebelumnya. Hal ini dapat terjadi karena musim migrasi berbagai jenis aves dan perubahan kondisi habitat aves.

Pada pemantauan tahun 2024, beberapa spesies tidak ditemukan kembali. Hal ini dimungkinkan karena ketidak tepatan waktu dan perjalanannya dalam mengamati aves. Bukan berarti aves tersebut telah tiada, namun bisa saja sedang tidak ditemukan ketika dalam pengamatan. Tidak menutup kemungkinan, jumlah aves di wilayah Mangrove Tambakrejo lebih dari yang ditemukan oleh tim lapangan. Dari data hasil pemantauan aves menunjukkan bahwa wilayah Tambakrejo memiliki tingkat keanekaragaman tinggi ($H' = 3,163$), dengan spesies Blekok Sawah yang memiliki nilai kelimpahan (Di) tertinggi sebesar 9,4%. Di sisi lain, Elang tiram dan Kipas belang memiliki nilai kelimpahan (Di) yang terendah, hanya sebesar 0,7%. Secara keseluruhan, pemerataan jenis (E) di wilayah ini termasuk dalam kategori tinggi, dengan nilai 0,939.

Indeks Plankton

Plankton merupakan pengujian yang sering dilakukan untuk mengetahui kondisi suatu perairan karena plankton dapat digunakan sebagai bioindikator suatu perairan dikatakan baik maupun tidak kualitas lingkungannya (Rijal, 2024). Keberadaan plankton pada ekosistem suatu perairan sangat penting, dikarenakan kemampuannya dalam mensintesis senyawa organik dari senyawa anorganik melalui proses fotosintesis (Nirmalasari, 2018).

Plankton dibagi menjadi dua yaitu Fitoplankton dan Zooplankton. Fitoplankton berperan sangat penting dalam suatu perairan, yaitu menjadi produsen primer rantai makanan dan sebagai parameter kesuburan perairan (Rahmah et al., 2022). Kelimpahan fitoplankton dapat dipengaruhi dari berbagai macam zat organik maupun anorganik yang masuk ke dalam perairan. Komunitas pada fitoplankton mudah berubah dikarenakan adanya perubahan sifat fisik, kimia dan biologi ekosistemnya. Hal tersebut disebabkan karena batasan toleransi tertentu dari fitoplankton, sehingga struktur komunitasnya akan berbeda pada kualitas air yang berbeda pula.

Fitoplankton

Tabel 6. Hasil Uji Fitoplankton di Tambakrejo Tahun 2024

Filum	Family	Genus	STASIUN				
			1	2	3	4	5
Bacillariophyceae	melosiraceae	melosira	1,000	2,000		1,000	2,000
	coscinodiscaceae	coscinodiscus	12,000	4,000	5,000	7,000	11,000
	rhizosoleniaceae	rhizosolenia	9,000		6,000		3,000
	bacteriastreae	bacteriastrium	3,000	4,000	8,000	6,000	12,000
		chaetoceros	22,000	15,000	18,000	10,000	21,000
	flagilaria	thalasiothrix	25,000	28,000	9,000	17,000	3,000
		flagilaria	3,000	18,000			
naviculaceae	pleurosigma	19,000	11,000	7,000	16,000	8,000	
	nitzschiaceae	nitzschia	3,000		2,000	2,000	
Ciliophora	Ptychocylididae	Favella		6,000	10,000		11,000
Dinophyceae	Peridiniaceae	peridinium	9,000		10,000	3,000	7,000
Bacillariophyceae	bidulphyceae	bidulphia		11,000	10,000	3,000	10,000
Kelimpahan (sel/L)			106.000	99.000	85.000	65.000	88.000

Filum	Family	Genus	STASIUN				
			1	2	3	4	5
Keanekaragaman			1.99	1.94	2.09	1.90	2.12
Keseragaman			0.16	0.17	0.14	0.18	0.14
Dominansi			0.86	0.88	0.91	0.86	0.92

Zooplankton

Tabel 7. Hasil Uji Zooplankton di Tambakrejo Tahun 2024

Filum	Genus	Stasiun Sampling				
		1	2	3	4	5
Crustaceae	<i>Tortanus</i>				2,000	
	<i>Temora</i>		3,000			
	<i>Acartia</i>	6,000	7,000	12,000	5,000	4,000
	<i>Oithona</i>	2,000	3,000	2,000	4,000	
	<i>Nauplius</i>	10,000	5,000	9,000	4,000	8,000
	<i>Calanus</i>	2,000	1,000			1,000
Kelimpahan (Ind/L)		20,000	19,000	23,000	15,000	13,000
Keanekaragaman		1.17	1.46	0.92	1.34	0.86
Keseragaman		0.36	0.26	0.43	0.27	0.48
Dominansi		1.94	2.08	1.93	2.23	1.80

Berdasarkan uji laboratorium, Tabel 6., dan Tabel 7., merupakan hasil uji laboratorium fitoplankton dan zooplankton dari berbagai genus yang ada di perairan kawasan mangrove Tambakrejo. Kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun sampling 1, dengan kelimpahan 106.000 sel/L. Sedangkan kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada stasiun sampling 3 dengan jumlah 23.000 Ind/L.

Komposisi fitoplankton di perairan tersebut ditemukan 12 genus fitoplankton yang termasuk dalam 3 filum, yaitu Bacillariophyceae, Ciliophora, dan Dinophyceae. Sedangkan komposisi zooplankton terdapat 6 genus dari 1 filum, yaitu Crustaceae. Hasil analisis kelimpahan fitoplankton dan zooplankton selama penelitian, dapat diketahui bahwa kondisi perairan di area mangrove Tambakrejo dapat digolongkan pada kondisi eutrofik (subur), yang mana kesuburan perairan menjadi faktor penting untuk mendukung tempat hidup mangrove.

KESIMPULAN

Kondisi mangrove di Tambakrejo bersatu dengan angka kerapatan di beberapa stasiun sampling berada di atas rata-rata, namun di lokasi sampling lainnya berada di bawah rata-rata. Indeks keseragaman dan keanekaragaman mangrove di Tambakrejo tergolong rendah. Jumlah spesies pada mangrove mayor yang ditemukan yaitu, *Rhizophora mucronata*, *Rhizopora apiculata*, *Avicennia marina* dan *Excoecaria agallocha*. Adanya pengurangan tegakan mangrove di Tambakrejo, dari semula 1.23 Ha pada tahun 2022, kini menjadi 0,94 Ha pada tahun 2023. Hal tersebut berarti lahan mangrove di kawasan ini berkurang kurang lebih 0,29 Ha. Total estimasi stok karbon mangrove permukaan di kawasan Tambakrejo, berdasarkan perhitungan manual, berada di angka 179,9 ton/tahun. Sedangkan melalui analisis citra foto udara, diperoleh stok karbon mangrove permukaan sebesar 9,29 ton/tahun. Terdapat 22 Spesies burung di Kawasan Mangrove Tambakrejo, dengan 3 spesies yang berstatus dilindungi. Ada 14 Genus Fitoplankton dan 6 Genus Zooplankton yang ditemukan di kawasan mangrove Tambakrejo, dengan demikian perairan mangrove Tambakrejo dapat digolongkan pada kondisi/keadaan yang baik karena kelimpahan plankton yang tergolong tinggi.

Rekomendasinya perlu dibangun pemecah ombak untuk mengurangi hempasan ombak yang kuat dan mengurangi terjadinya abrasi yang meningkat setiap tahunnya. Disarankan untuk melakukan pemasangan jaring sampah di sekitar lahan mangrove. Perlu diketahui terdapat ancaman dari kegiatan antropogenik di sebelah barat lokasi mangrove yang menghasilkan sampah. Besarnya ombak dan angin dari arah barat yang mengakibatkan rubuhnya tegakan mangrove. Merekomendasikan struktur mangrove paling lebat, seperti jenis *Avicennia* dan *Sonneratia* berada di garda terdepan untuk menahan deburan ombak. Perlu adanya diversifikasi spesies mangrove dalam kegiatan penanaman mangrove selanjutnya, dengan syarat penyesuaian kondisi substrat dan perairan tempat hidup mangrove.

Memberlakukan pemberian jarak atau ruang sesuai dengan teknik penanaman mangrove, agar mangrove dapat tumbuh berkembang dengan layak. Perlu adanya penelitian dan publikasi lanjutan terkait pengelolaan mangrove Tambakrejo. Lebih memperketat koordinasi serta kerja sama dengan masyarakat sekitar lokasi mangrove dalam pemeliharaan dan pengelolaan ekosistem mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N. A., Prasita, V. D., Kusuma, A., & Rosana, N. (2023). *Pemanfaatan sumberdaya lahan pesisir berbasis daya dukung lingkungan dalam menghadapi perubahan iklim global*. Hang Tuah University Press. <http://dspace.hangtuah.ac.id:8080/xmlui/handle/dx/1389>
- Arwanda, E. R., Safe'i, R., Kaskoyo, H., & Herwanti, S. (2021). Identifikasi Kerusakan Pohon pada Hutan Tanaman Rakyat PIL, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(3), 351–361. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.746>
- Azizah, R., Alamsyah, R., Mutahharah, M., Akram, A., Nurhaliza, N., & Maulana, W. (2024). Potensi Serapan Karbon Hutan Mangrove Pesisir Sinjai Utara Kabupaten Sinjai: Carbon Absorption Potential Of Mangrove Forests North Sinjai Coast, Sinjai District. *HUTAN TROPIKA*, 19(1), 141–149. <https://doi.org/10.36873/jht.v19i1.14262>
- Gustami, E., Marganof, M., & Indra, G. (2023). Ancaman Deforestasi Ekosistem Mangrove serta Dampaknya Terhadap Masyarakat Nagari Kataping Kecamatan Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman. *Sumatera Tropical Forest Research Journal*, 7(1). <https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/STROFOR/article/view/4419>
- Larasati, R. F., Jaya, M. M., Putra, A., Djari, A. A., Sako, K., Khairunnisa, A., Jatayu, D., Aini, S., & Suriadin, H. (2022). Keanekaragaman, Kerapatan Dan Penutupan Jenis Lamun Di Pantai Kastela, Ternate Selatan, Maluku Utara. *Journal Of Indonesian Tropical Fisheries (Joint-Fish): Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap Dan Ilmu Kelautan*, 5(2), 162–178. <https://jurnal.fpik.umi.ac.id/index.php/JOINT-FISH/article/view/128>
- Mahmuda, R., Aritonang, D., Evitrisna, E., & Harefa, M. S. (2023). Mengatasi dalam rehabilitasi di kawasan mangrove di Paluh Merbau, Tanjung Rejo, Kabupaten Deli Serdang. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(3), 553–565. <https://journal.ikopin.ac.id/index.php/humantech/article/view/2818>
- Matitaputy, E., Retraubun, A. S. W., Selanno, D. A. J., Papilaya, R. L., & Puturuhi, F. (2024). Dampak Pemanfaatan Ruang terhadap Kelestarian Mangrove di Teluk Ambon, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 7(2), 514–528. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i2.1482>
- Nirmalasari, R. (2018). Analisis kualitas air sungai sebangau pelabuhan kereng bengkiray berdasarkan keanekaragaman dan komposisi fitoplankton. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 9(17), 48–58. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2/article/view/4008>
- Permata, I., & Rahayu, S. (2020). *Estimasi cadangan karbon akibat perubahan tutupan lahan di Kabupaten Kendal*. Universitas Diponegoro. <https://eprints.undip.ac.id/83406/>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 189–200. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/32945>
- Rahmatuzzakia, R., Oktavia, S., Ismail, M. H., Sa'adah, F. U., Wati, K. L., Sephiana, L., Oktaviani, L., Muzahidi, M., Gumelar, P. G., & Nurasiyah, S. (2025). Dinamika Ekosistem Mangrove di Desa Banten, Kecamatan Kasemen Kota Serang, Banten: Pendekatan Spasial dan Ekologis. *MAIYAH*, 4(1), 40–48. <https://doi.org/10.20884/1.maiyah.2025.4.1.14306>
- Rijal, S. S. (2024). Analisis kandungan total dissolve solid dan pengaruhnya terhadap kelimpahan dan dominansi plankton di Sungai Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 4(2), 1033–1048. <https://doi.org/10.58954/epj.v4i2.196>
- Rizki, A. M., Jawwad, M. A. S., & Sujarwo, S. (2023). Analisis Prinsip-Prinsip Pengelolaan Lingkungan Hidup yang Berkelanjutan Sebagai Dasar Penilaian Dokumen Evaluasi Lingkungan

Hidup (DELH). *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), 279–287. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i2.1733>

Syafrizal, S., Pradana, A. S., Azwardi, I., Amertho, S. D., Heriawan, M. N., & Hede, A. N. H. (2019). Studi Distribusi Mineral Ikutan Timah (Mit) Untuk Mendukung Metoda Penanganan Sampel Pada Kegiatan Eksplorasi. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, 1(1), 797–806. <https://www.prosiding.perhapi.or.id/index.php/prosiding/article/view/121>

Wahyuningsih, S. (2024). The Impact of Natural Stone Waste Pollution on The Distribution and Abundance of Phytoplankton in Cirebon District. *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 6(1), 99–111. <https://doi.org/10.47685/barakuda45.v6i1.475>

Zikri, M., & Kardiman, R. (2024). Struktur Tegakan dan Tutupan Kanopi Ekosistem Hutan dan Parak di Kecamatan Lubuk Kilangan Kota Padang. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(4), 1–16. <https://doi.org/10.62383/algoritma.v2i4.66>