
**STUDI DINAMIKA MANGROVE DI KAWASAN DELTA PEMALI,
KABUPATEN BREBES**

Isma Nur Abadha¹, Wikandaru Akbar Sholeh², Rayna Anasta Fadhila³, Nur Abidah Imayanti⁴, Rahmania Atalla Muhta⁵, Trida Ridho Fariz⁶, Andhina Putri Heriyanti⁷

¹²³⁴⁵⁶⁷Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

*Email korespondensi: ismanurabadha@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan wilayah pesisir, mengurangi abrasi, serta mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan dan aktivitas ekonomi masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika perubahan luas mangrove di kawasan Delta Pemali, Kabupaten Brebes, serta hubungannya terhadap produktivitas perikanan dan perkembangan ekowisata mangrove pada periode 2021–2025. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial melalui interpretasi citra Satelit WorldView-2 tahun 2021 dan 2025 yang diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas mangrove mengalami peningkatan dari 393,47 ha pada tahun 2021 menjadi 631,53 ha pada tahun 2025, sedangkan luas tambak mengalami penurunan dari 2.578,02 ha menjadi 2.464,11 ha. Peningkatan luas mangrove menunjukkan keberhasilan rehabilitasi kawasan pesisir yang berdampak pada perbaikan kualitas lingkungan, pengurangan abrasi, dan peningkatan fungsi ekologis sebagai habitat biota perairan. Meskipun luas tambak menurun, produktivitas perikanan tambak Kabupaten Brebes relatif stabil, yaitu dari 71.987.789 kg pada tahun 2021 menjadi 71.543.192 kg pada tahun 2025. Selain itu, perkembangan ekowisata mangrove Dewi Mangrove Sari memberikan dampak positif terhadap diversifikasi ekonomi masyarakat pesisir melalui sektor wisata berbasis konservasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan kawasan pesisir secara seimbang antara konservasi mangrove dan pemanfaatan ekonomi masyarakat mampu mendukung keberlanjutan lingkungan pesisir Delta Pemali.

Kata kunci: Delta Pemali; Ekowisata Mangrove; Mangrove; Produktivitas Perikanan; Rehabilitasi Pesisir.

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan penunjang penting wilayah pesisir baik secara ekologis maupun fisik, terutama dalam menjaga kestabilan lingkungan pantai (Suriadi et al., 2024). Keberadaan mangrove mampu berfungsi sebagai pelindung alami dari abrasi, habitat bagi berbagai biota laut, serta menjadi penopang kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir (Fajar et al., 2026). Selain berfungsi sebagai pelindung pantai, mangrove juga memiliki peran penting dalam menjaga kualitas lingkungan perairan dan mendukung keberlanjutan sumber daya pesisir. Menurut kajian Hastuti (2009), luas total kawasan yang berpotensi mangrove di Provinsi Jawa Tengah, baik di Pantai Utara maupun Pantai Selatan, mencapai kurang lebih 95.338,02 ha sehingga menunjukkan besarnya potensi ekosistem mangrove di wilayah tersebut. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ekosistem mangrove memiliki nilai strategis dalam mendukung keseimbangan lingkungan dan aktivitas masyarakat pesisir. Hal ini menunjukkan bahwa pemetaan tutupan lahan yang akurat, termasuk kawasan mangrove, menjadi penting untuk mendukung pengelolaan wilayah pesisir, pemantauan ekosistem, perencanaan tata ruang berkelanjutan, serta upaya mitigasi risiko bencana (Fariz et al., 2025).

Desa Kaliwlingi, Kabupaten Brebes berada di kawasan Delta Pemali dan merupakan salah satu daerah pesisir yang mengalami perubahan pemanfaatan lahan dari waktu ke waktu. Pada periode 2021–2025 terjadi penurunan luas lahan tambak dan peningkatan luas ekosistem mangrove akibat adanya rehabilitasi kawasan pesisir. Perubahan penggunaan lahan tersebut memberikan dampak terhadap kondisi lingkungan pesisir maupun aktivitas ekonomi masyarakat, khususnya pada sektor perikanan tambak dan pengembangan wisata mangrove. Keberadaan mangrove tidak hanya berperan dalam mengurangi abrasi dan memperbaiki kualitas lingkungan pesisir, tetapi juga mendukung produktivitas perikanan melalui fungsi ekologisnya sebagai habitat dan tempat pembesaran biota perairan (Farahdillah et al., 2025). Rehabilitasi mangrove yang dilakukan secara bertahap juga membantu meningkatkan ketahanan wilayah pesisir terhadap kerusakan lingkungan.

Selain rehabilitasi mangrove, Desa Kaliwlingi juga mengalami perkembangan desa wisata mangrove yang menjadi salah satu bentuk pemanfaatan ekosistem secara berkelanjutan (Akhil & Kurniawan, 2021). Pengembangan wisata mangrove tersebut menciptakan diversifikasi ekonomi masyarakat pesisir yang sebelumnya lebih bergantung pada sektor tambak dan perikanan. Aktivitas wisata berbasis konservasi juga memberikan peluang usaha baru bagi masyarakat, seperti jasa perahu wisata, penjualan makanan, hingga pengelolaan kawasan wisata mangrove. Kondisi ini menunjukkan adanya perubahan hubungan antara konservasi lingkungan dengan aktivitas ekonomi masyarakat pesisir yang berjalan secara berdampingan. Pengembangan ekowisata mangrove juga berperan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan pesisir.

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Annisa et al. (2019), berfokus pada analisis tutupan lahan mangrove secara kuantitatif menggunakan citra satelit. Sementara itu, kajian yang membahas perubahan luas mangrove, penurunan lahan tambak, produktivitas perikanan, serta perkembangan wisata mangrove dalam satu pembahasan masih belum banyak dilakukan secara mendalam. Selain itu, penelitian dengan menggunakan data perubahan lahan terbaru tahun 2021–2025 di Desa Kaliwlingi masih terbatas sehingga menyisakan celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa analisis hubungan peningkatan luas ekosistem mangrove terhadap produktivitas perikanan dan perubahan pemanfaatan lahan masyarakat pesisir di Desa Kaliwlingi, Kabupaten Brebes. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengelolaan wilayah pesisir yang lebih berkelanjutan di kawasan Delta Pemali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial untuk menganalisis dinamika perubahan mangrove di kawasan Delta Pemali yang merupakan wilayah

hilir DAS Pemali. Secara administratif, lokasi penelitian berada di Desa Kaliwlingi, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Penelitian difokuskan pada perubahan luas mangrove dan tambak pada periode 2021–2025 serta keterkaitannya dengan produktivitas perikanan tambak dan perkembangan ekowisata mangrove. Kawasan ini dipilih karena mengalami rehabilitasi pesisir yang cukup intensif sehingga memengaruhi perubahan tutupan lahan pesisir dari sektor tambak menuju konservasi dan wisata berbasis lingkungan.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur, interpretasi citra satelit, dan dokumentasi data sekunder. Data utama berupa citra satelit resolusi tinggi tahun 2021 dan 2025 yang diperoleh melalui ESRI World Imagery Wayback dan platform Living Atlas. Data tahun 2021 menggunakan citra satelit Maxar WorldView-2 (WV02) dengan tanggal perekaman 27 Agustus 2021. Sementara itu, data tahun 2025 menggunakan citra satelit Vantor WorldView-3 (WV03) dengan tanggal perekaman 28 Juli 2024 yang dipadukan dengan citra satelit Sentinel-2 tahun 2025 untuk membantu identifikasi objek dan meminimalkan gangguan awan. Data pendukung berupa data produksi perikanan tambak Kabupaten Brebes, jurnal ilmiah, serta dokumen terkait pengelolaan mangrove dan wisata pesisir.

Teknik analisis utama yang digunakan adalah interpretasi visual citra satelit menggunakan kunci interpretasi berupa warna, tekstur, bentuk, pola, dan asosiasi objek untuk membedakan tutupan mangrove dan non-mangrove (Annisa et al., 2019). Metode interpretasi visual dipilih karena dinilai efektif dan memiliki tingkat akurasi yang baik dalam membedakan vegetasi mangrove dengan objek pesisir lainnya, terutama pada kawasan delta yang memiliki karakteristik tutupan lahan kompleks (Sidiq et al., 2025). Hasil interpretasi citra kemudian diolah menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk menghasilkan peta tutupan lahan tahun 2021 dan 2025.

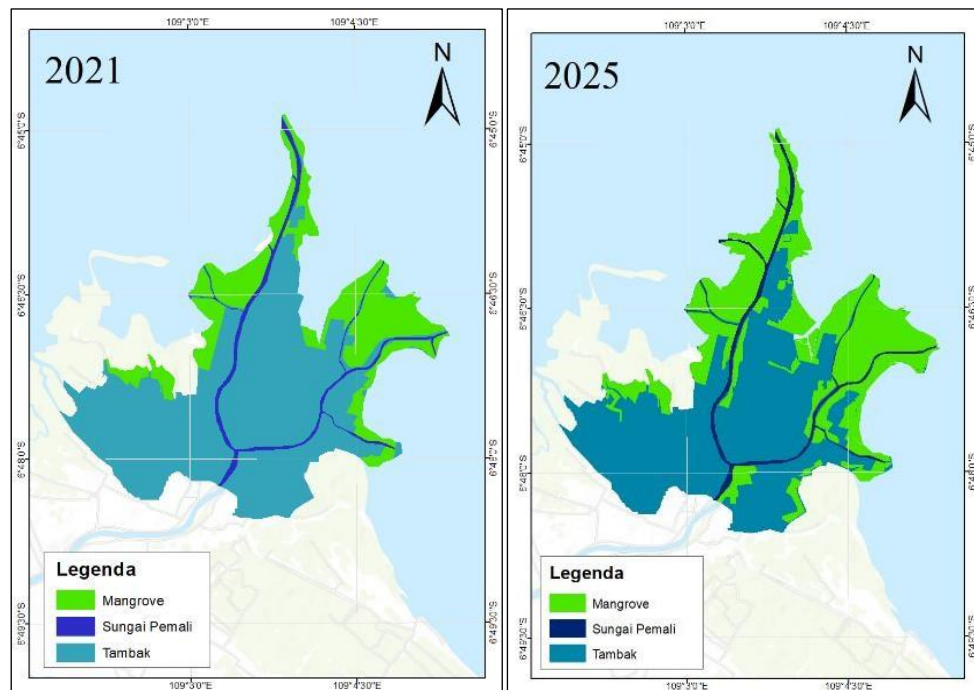
Analisis dilakukan dengan membandingkan kedua peta untuk mengetahui perubahan luas mangrove dan tambak di kawasan Delta Pemali. Data perubahan tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat keterkaitan perubahan tutupan lahan pesisir dengan produktivitas perikanan tambak serta perkembangan ekowisata mangrove di Desa Kaliwlingi berdasarkan data sekunder dan hasil studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografis, Desa Kaliwlingi terletak di wilayah pesisir utara Kecamatan Brebes, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Desa Kaliwlingi memiliki luas lahan kurang lebih 1.627 hektare yang merupakan kawasan muara dan delta dari aliran Sungai Pemali. Kondisi pesisir Desa Kaliwlingi dan kawasan Delta Pemali dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut laut, sedimentasi, serta aliran Sungai Pemali yang membentuk wilayah pesisir dengan lahan datar dan dinamis (Saputro, et al., 2021). Kawasan ini memiliki ekosistem mangrove yang cukup berkembang karena kondisi perairannya yang mendukung. Namun, wilayah pesisir Desa Kaliwlingi juga rentan terhadap abrasi dan perubahan garis pantai yang pada awal tahun 1990 - 2000an menyebabkan kerusakan lahan tambak dan berkurangnya vegetasi pesisir (Patiroi, et al., 2024). Oleh karena itu, rehabilitasi mangrove dilakukan sebagai upaya pemulihan lingkungan sekaligus perlindungan alami kawasan pantai.

Sebagai hasil dari berbagai upaya konservasi dan rehabilitasi, vegetasi mangrove di Desa Kaliwlingi mengalami peningkatan dan dapat berperan baik dalam menjaga kestabilan pesisir, mengurangi abrasi, serta menjadi habitat bagi berbagai biota perairan. Ekosistem mangrove di kawasan ini juga mempengaruhi aktivitas masyarakat sekitar, terutama pada sektor tambak perikanan, wisata mangrove, dan kegiatan konservasi. Masyarakat memanfaatkan kawasan pesisir tersebut sebagai area budidaya tambak, khususnya bandeng dan udang, yang menjadi sumber mata pencaharian utama sebagian masyarakat (Widowati, et al., 2024). Selain

itu, berkembangnya ekowisata mangrove seperti Dewi Mangrove Sari menjadi bentuk pemanfaatan lingkungan berbasis konservasi sekaligus mendukung peningkatan ekonomi masyarakat. Kegiatan rehabilitasi dan konservasi mangrove juga terus dilakukan oleh masyarakat sekitar bersama berbagai pihak sebagai upaya pemulihan kawasan pesisir.



Gambar 1. Perbandingan peta perubahan lahan Desa Kaliwlingi pada tahun 2021 dan 2025

Peta tersebut merupakan peta perbandingan perubahan tutupan lahan di Delta Pemali pada dua waktu yang berbeda, yaitu tahun 2021 dan 2025. Peta ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana kondisi lahan mengalami perubahan dari waktu ke waktu, baik berupa perluasan area tertentu, penyusutan area lainnya, maupun pergeseran fungsi lahan. Dengan membandingkan dua peta dalam periode berbeda, dapat terlihat pola perkembangan wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia maupun faktor alam.

Tabel 1. Perubahan lahan mangrove dan tambak di Delta Pemali pada tahun 2021 dan 2025

Kategori Lahan	Tahun 2021	Tahun 2025
Mangrove	393.47	631.53
Tambak	2578.02	2464.11

Berdasarkan hasil interpretasi citra pada periode tahun 2021, tutupan lahan di kawasan Delta Pemali didominasi oleh penggunaan lahan mangrove dan tambak. Pada periode tahun 2021, luas mangrove tercatat sekitar 393,47 ha, sedangkan luas tambak mencapai sekitar 2.578,02 ha. pada periode tahun 2025 menunjukkan adanya perubahan signifikan pada pola tutupan lahan di Kawasan Delta Pemali. Luas mangrove mengalami peningkatan menjadi sekitar 631,53 ha, sedangkan luas tambak mengalami penurunan menjadi sekitar 2.464,11 ha.



Grafik 1. Perubahan lahan mangrove dan tambak di Delta Pemali pada tahun 2021 dan 2025

Hasil interpretasi citra pada tahun 2025 menunjukkan adanya perubahan signifikan pada pola tutupan lahan di kawasan Delta Pemali. Perubahan ini mengindikasikan adanya keberhasilan rehabilitasi mangrove yang berdampak pada ekspansi vegetasi mangrove di wilayah pesisir. Peningkatan luas mangrove sebesar kurang lebih 238,06 ha memperlihatkan bahwa wilayah yang sebelumnya merupakan tambak atau lahan terbuka mulai beralih fungsi menjadi kawasan vegetasi mangrove. Sebaliknya, penurunan luas tambak sekitar 113,91 ha menunjukkan terjadinya konversi lahan tambak menjadi area konservasi atau pemulihan ekosistem. Kondisi ini mencerminkan adanya pergeseran pengelolaan pesisir dari orientasi ekonomi menuju pendekatan yang lebih seimbang dengan aspek ekologi, terutama dalam upaya mitigasi abrasi, perlindungan pesisir, dan peningkatan kualitas lingkungan.

Peningkatan luas mangrove di Delta Pemali pada periode 2021 sampai 2025 memberikan pengaruh terhadap kondisi lingkungan pesisir dan aktivitas perikanan masyarakat. Kawasan mangrove berfungsi sebagai tempat tumbuh besar (*nursery ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*), dan tempat berkembang biak atau bertelur (*spawning ground*) bagi berbagai biota perairan seperti ikan dan udang. Sebagai nursery ground, akar mangrove yang rapat melindungi larva dan ikan muda dari arus serta predator sehingga membantu proses pertumbuhan biota perairan. Selain itu, kawasan mangrove juga menjadi feeding ground karena serasah daun mangrove yang terurai menghasilkan bahan organik dan nutrisi yang dimanfaatkan oleh plankton dan organisme kecil sebagai sumber makanan alami. Mangrove juga berfungsi sebagai spawning ground karena kondisi perairannya yang relatif tenang dan kaya nutrisi mendukung proses pemijahan berbagai jenis ikan dan udang. Oleh karena itu, keberadaan mangrove sangat penting dalam menjaga keberlangsungan ekosistem pesisir dan produktivitas perikanan masyarakat (Kathiresan & Bingham., 2001).

Tabel 2. Data produksi perikanan tambak Kabupaten Brebes tahun 2021 dan 2025

Tahun	Produksi Tambak (kg)
2021	71.987.789 kg
2025	71.543.192 kg

Berdasarkan data produksi perikanan tambak dari Dinas Perikanan Kabupaten Brebes tahun 2021 dan 2025, produksi tambak mengalami sedikit penurunan dari 71.987.789 kg menjadi 71.543.192 kg. Meskipun demikian, penurunan tersebut relatif tidak terlalu besar sehingga produktivitas perikanan tambak masih tergolong stabil. Keberadaan ekosistem mangrove tetap memiliki peran penting dalam mendukung produktivitas perikanan karena mangrove berfungsi sebagai nursery ground, feeding ground, dan spawning ground bagi berbagai biota perairan. Hubungan antara perubahan luas mangrove dan sektor perikanan

masyarakat terlihat dari perubahan pola pemanfaatan lahan di Delta Pemali. Sebagian tambak yang kurang produktif mulai mengalami revegetasi dan direhabilitasi menjadi kawasan mangrove. Walaupun luas tambak mengalami penurunan, peningkatan mangrove membantu menjaga kualitas lingkungan pesisir dan mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan dalam jangka panjang. Selain mendukung keberlanjutan sektor perikanan, peningkatan ekosistem mangrove di Delta Pemali juga mendorong berkembangnya pemanfaatan kawasan pesisir melalui sektor ekowisata berbasis konservasi.

Perkembangan wisata mangrove di Delta Pemali menjadi salah satu bentuk pemanfaatan ekosistem pesisir yang berbasis konservasi dan edukasi. Kawasan wisata mangrove secara resmi dikelola dengan nama "Dewi Mangrove Sari" yang berlokasi di Dukuh Pandansari, Kabupaten Brebes. Kawasan tersebut berkembang sebagai ekowisata yang menawarkan berbagai aktivitas seperti wisata perahu, tracking mangrove, kegiatan penanaman mangrove, penelitian lapangan, hingga wisata edukasi lingkungan bagi pelajar dan mahasiswa. Wisata ini memiliki tingkat kelayakan pengembangan sebesar 87,7% sehingga dinilai sangat layak untuk dikembangkan sebagai wisata edukasi. Selain itu, jumlah pengunjung wisata mangrove cukup tinggi, yaitu sekitar 150 pengunjung pada hari biasa dan mencapai 500 pengunjung pada akhir pekan, dengan total lebih dari 100.000 pengunjung pada tahun 2019 (Akhil & Kurniawan., 2021). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kawasan konservasi mangrove di Delta Pemali tidak hanya berfungsi sebagai pelindung pesisir, tetapi juga berkembang menjadi destinasi wisata yang memiliki nilai ekonomi dan pendidikan.

Perkembangan wisata mangrove memberikan dampak positif terhadap kondisi ekonomi masyarakat pesisir Delta Pemali. Keberadaan wisata mangrove menambah alternatif mata pencaharian dan meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir yang sebelumnya lebih bergantung pada sektor tambak dan perikanan melalui berbagai peluang usaha seperti jasa perahu wisata, homestay, warung makan, toko souvenir, dan pengelolaan wisata mangrove. Diversifikasi ekonomi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan ekowisata mangrove mampu mendukung kesejahteraan masyarakat sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya menjaga kelestarian ekosistem mangrove.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan luas mangrove di Delta Pemali dari 393,47 ha pada tahun 2021 menjadi 631,53 ha pada tahun 2025, disertai dengan penurunan luas tambak dari 2.578,02 ha menjadi 2.464,11 ha. Perubahan tersebut menunjukkan adanya rehabilitasi kawasan pesisir yang cukup berhasil di wilayah Delta Pemali. Selain mampu mengurangi abrasi dan memperbaiki kualitas lingkungan pesisir, peningkatan luas mangrove juga mendukung keberadaan biota perairan karena kawasan mangrove berfungsi sebagai nursery ground, feeding ground, dan spawning ground. Meskipun luas tambak mengalami penurunan, data produksi tambak Kabupaten Brebes menunjukkan bahwa produktivitas perikanan masih relatif stabil sehingga peningkatan mangrove tidak secara langsung menurunkan aktivitas perikanan masyarakat.

Berdasarkan hasil penelitian, peningkatan luas mangrove di Desa Kaliwlingi selama periode 2021–2025 menunjukkan bahwa rehabilitasi kawasan pesisir memberikan dampak positif terhadap kondisi lingkungan dan keberlanjutan aktivitas masyarakat pesisir, khususnya pada sektor perikanan dan ekowisata mangrove. Oleh karena itu, pengelolaan kawasan pesisir perlu dilakukan secara seimbang antara fungsi konservasi dan pemanfaatan ekonomi masyarakat, serta didukung dengan pemantauan perubahan tutupan lahan secara berkala menggunakan analisis spasial agar perkembangan ekosistem mangrove di kawasan Delta Pemali DAS Pemali dapat terus terjaga secara berkelanjutan.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan karena analisis yang dilakukan masih terbatas pada interpretasi visual perubahan tutupan mangrove

dan tambak berdasarkan citra satelit. Penelitian ini juga belum mengkaji aspek ekologis maupun ekonomi mangrove secara lebih mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat dikembangkan ke arah analisis stok karbon mangrove sebagaimana dilakukan oleh Rahmajati et al (2026) untuk mengetahui kontribusi rehabilitasi mangrove terhadap mitigasi perubahan iklim. Selain itu, pengembangan penelitian juga dapat dilakukan melalui pendekatan valuasi ekonomi ekosistem mangrove seperti pada studi Mohammed (2025), sehingga manfaat ekologis dan ekonomi kawasan mangrove dapat dipahami secara lebih komprehensif dalam mendukung pengelolaan pesisir berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, rehabilitasi kawasan pesisir di Delta Pemali pada periode 2021–2025 menunjukkan adanya peningkatan fungsi ekologis melalui bertambahnya luas mangrove dan berkurangnya luas tambak. Peningkatan mangrove berperan dalam mengurangi abrasi, menjaga kestabilan pesisir, serta mendukung habitat biota perairan sehingga produktivitas perikanan tambak tetap relatif stabil. Selain itu, perkembangan ekowisata Dewi Mangrove Sari juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat pesisir melalui diversifikasi mata pencaharian berbasis lingkungan. Dengan demikian, rehabilitasi mangrove, aktivitas perikanan, dan pengembangan wisata dapat berjalan secara berdampingan dalam mendukung pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan di Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhil, A. N., & Kurniawan, E. (2021). Analisis potensi obyek wisata hutan mangrove Pandansari sebagai eduwisata/wisata edukasi di Desa Kaliwlingi Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes. *Jurnal Edu Geography*, 9(1), 78–88.
- Annisa, A. Y. N., Pribadi, R., & Pratikto, I. (2019). Analisis perubahan luasan hutan mangrove di Kecamatan Brebes dan Wanasari, Kabupaten Brebes menggunakan citra satelit Landsat tahun 2008, 2013 dan 2018. *Journal of Marine Research*, 8(1), 27–35. <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i1.24323>
- Fajar, M. I., Irawan, M. Z. F., & Farhan, I. A. (2026). Pemanfaatan Penanaman Mangrove sebagai Upaya Pencegahan Abrasi di Desa Sabiyan. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 4(1).
- Farahdillah, R. E., Pasaribu, R. A., & Gaol, J. L. (2025). Pemetaan luasan mangrove menggunakan algoritma mangrove vegetation index (MVI) di Desa Kaliwlingi, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 12(1), 11–20. <https://doi.org/10.25126/jtiik.20251218219>
- Fariz, T. R., Haris, A., Martuti, N. K. T., Eralita, N., Saputri, L. H., Syahbananto, G., ... & Az-Zahra, S. (2025). Comparison of Landsat 8 and Landsat 9 Satellite Imagery for Land Cover Mapping in the Kendal-Pekalongan Coastal Area. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1503, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
- Hastuti, R. B. (2009). Korelasional antara manajemen lingkungan, sosial-ekonomi dan kelembagaan dengan produksi tambak di wilayah Kota Semarang. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 7(2), 177–183. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v7i2.230>
- Kathiresan K, Bingham BL (2001) Biology of mangroves and mangrove ecosystems. In: *Advances in Marine Biology* 40: 81-251. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(01\)40003-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(01)40003-4)
- Mohamed, M. K. (2025). Economic Valuation of Mangrove Ecosystem Services: Insights from Willingness to Pay Analysis for Chwaka Bay Mangrove Forest, Zanzibar. *Wild*, 2(2),

21. <https://doi.org/10.3390/wild2020021>

Patiroi, A., Suhardi, Hetwisari, T., Arisanto, P., & Sasangka, D. J. (2024). Penanaman bibit mangrove *Rhizophora mucronata* untuk mendukung rehabilitasi hutan di pesisir pantai

- Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Diseminasi Konstruksi*, 1(2), 70–73. <https://doi.org/10.56911/jdk.v1i2.146>
- Rahmajati, J. P., Husna, V. N., Yulius, Y., Arifin, T., Salim, H. L., Rahmania, R., Putra, A., Ramdhan, M., Purwanto, A. D., Daulat, A., Prihantono, J., Fihirin, H., & Aditama, F. A. (2026). The spatio-temporal analysis of land use changes & above-ground carbon stock in Sumbawa mangrove ecosystem, Indonesia. *Anthropocene Coasts*, 9, 13. <https://doi.org/10.1007/s44218-025-00116-7>
- Saputro, E. A., Gunawan, T., & Suprayogi, S. (2021). Kajian tipologi pesisir di Muara Sungai Pemali Kabupaten Brebes Provinsi Jawa Tengah. *MKG (Media Komunikasi Geografi)*, 22(1), 98–112. <https://doi.org/10.23887/mkg.v22i1.32645>
- Sidiq, W. A. B. N., Fariz, T. R., Saputro, P. A., Sholeh, M., Setiyaningrum, L., & Mendrofa, B. (2025). Spatial mapping of mangrove carbon stocks in mixed aquaculture-industrial landscapes of Kendal regency via Sentinel-2. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(11), 333–347. <https://doi.org/10.12912/27197050/213412>
- Suriadi, L. M., Denya, N. P., Shabrina, Q. A., Yuliana, R., Agustina, G., Kuspraningrum, E., & Asufie, K. N. (2024). Perlindungan sumber daya genetik ekosistem mangrove untuk konservasi lingkungan dan keseimbangan ekosistem. *Jurnal Analisis Hukum*, 7(2), 234–253. <https://doi.org/10.38043/jah.v7i2.5206>
- Widowati, L. L., Vitarani, N., Rejeki, S., & Ariyati, R. W. (2024). Hubungan produktivitas primer dengan tingkat produksi tambak polikultur rumput laut, ikan bandeng, dan udang di Kabupaten Brebes. *Jurnal Riset Akuakultur*, 19(2), 123–140. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.19.2.2024.123-140>