

## EDUKASI PEMANFAATAN MANGROVE UNTUK Mendukung KELESTARIAN EKOSISTEM PESISIR DESA LALANG BATU BARA

Lola Zeramenda Tarigan<sup>1</sup>, M.Iqbal Haitame T<sup>2</sup>, Sisca Sri Dewi Saragih<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Universitas Royal (Pendidikan Biologi, Universitas Royal, Kisaran, Indonesia)

<sup>2</sup> Universitas Royal (Pendidikan Biologi, Universitas Royal, Kisaran, Indonesia)

<sup>3</sup> Universitas Royal (Pendidikan Biologi, Universitas Royal, Kisaran, Indonesia)

\*Korespondensi : (lolazeramenda@royal.ac.id)

### Abstrak

Ekosistem mangrove di Desa Lalang, Batu Bara, mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan, penebangan liar, polusi, dan rendahnya kesadaran masyarakat, yang berdampak pada penurunan populasi burung hingga 65%, meningkatnya abrasi, serta menurunnya hasil tangkapan ikan. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memberikan edukasi pemanfaatan mangrove guna mendukung kelestarian ekosistem pesisir melalui pendekatan partisipatif. Metode pelaksanaan terdiri atas tiga tahap: persiapan (survei, koordinasi, penyusunan materi, penyediaan bibit *Rhizophora apiculata*), pelaksanaan (sosialisasi fungsi ekologis dan ekonomis mangrove, pengenalan jenis dan zonasi, penanaman partisipatif, serta praktik pemanfaatan produk bernilai guna), serta evaluasi dan tindak lanjut (monitoring pertumbuhan dan pendampingan masyarakat). Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat, partisipasi aktif dalam penanaman di zona tengah pantai, serta tumbuhnya inisiatif mandiri untuk menjaga dan merehabilitasi kawasan pesisir. Kegiatan ini juga berpotensi mengembangkan ekowisata berbasis mangrove. Simpulannya, edukasi dan penanaman mangrove secara langsung terbukti efektif memperkuat pemahaman masyarakat terhadap fungsi ekologis dan ekonomis mangrove, serta kolaborasi antara perguruan tinggi dan masyarakat menjadi kunci keberlanjutan pengelolaan ekosistem pesisir.

**Kata kunci:** Edukasi; Ekosistem; Mangrove; Pesisir; Pelestarian

### 1. INTRODUCTION

Indonesia memiliki kawasan Mangrove yang terluas di dunia sekitar 19% dari total hutan Mangrove dunia, dan terluas se-Asia Tenggara sekitar 49% dari luas totalnya (Tambunan, 2018). Mangrove merupakan organisme pesisir yang memiliki peran penting bagi kehidupan masyarakat. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tahun 2004, mangrove didefinisikan sebagai kumpulan tumbuhan yang terdiri dari berbagai jenis dengan hubungan taksonomi hingga tingkat kelas (unrelated families), namun memiliki kesamaan adaptasi morfologi dan fisiologi terhadap lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Secara bioekologis, ekosistem hutan mangrove berfungsi sebagai penyedia bahan organik, kawasan asuhan (nursery ground), lokasi pemijahan (spawning ground), habitat perlindungan bagi berbagai biota laut, serta sebagai pelindung alami pantai dari pengaruh gelombang (Fitra, 2022).

Ekosistem mangrove memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir, terutama bagi masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir seperti Desa Lalang, Kecamatan Medang Deras, Kabupaten Batu Bara. Pentingnya pengenalan dan pengetahuan masyarakat terhadap ekosistem Mangrove sangat penting. Lokasi tempat tinggal berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengetahuan terhadap ekosistem Mangrove. Mangrove berfungsi sebagai pelindung alami dari abrasi, gelombang pasang, dan badai, sekaligus menjadi habitat penting bagi berbagai spesies flora dan fauna, serta mendukung produktivitas perikanan yang menjadi sumber penghidupan masyarakat pesisir (K et al., 2024). Selain itu, mangrove berkontribusi besar dalam penyerapan karbon (blue carbon), penyaringan limbah, dan menjaga kualitas air, sehingga berperan dalam mitigasi perubahan iklim dan mendukung ketahanan ekosistem pesisir (Bimrah et al., 2022; Islam et al., 2023).

Pantai Sujono yang dikelola oleh masyarakat dalam bentuk ekowisata perlu diberikan pengetahuan dan pengenalan yang lebih baik lagi. Selama ini masyarakat sudah mengetahui tentang kebermanfaatan Mangrove sebagai penyangga abrasi (Tambunan et al., 2025), namun untuk lebih memberikan pengetahuan yang berdampak maka pengetahuan tentang jenis Mangrove dengan penamaan sebagai tanda pengenal pada berbagai tumbuhan Mangrove yang terdapat di Pantai Sujono diperlukan agar memudahkan masyarakat. Begitu juga dengan pengetahuan pada jenis-jenis Mangrove yang berbeda beda peranannya pada berbagai jenis kondisi area penanaman. Posisi lokasi hanya berjarak 0-2 km dari laut. Terdapat banyaknya pohon bakau, cemara, ketapang, dan pohon buahan yang rindang seperti mangga. Pantai Sujono merupakan pantai yang substratnya sangat cocok sebagai habitat biota pesisir yang meliputi bivalvia (kerang-kerangan), gastropoda (siput) serta berbagai macam spesies ikan serta crustaceae (udang-udangan) (Aldiansyah et al., 2025).

Namun, tekanan akibat alih fungsi lahan, penebangan liar, polusi, dan kurangnya kesadaran masyarakat menyebabkan luas dan kualitas hutan mangrove terus menurun, yang berdampak pada menurunnya layanan ekosistem dan meningkatnya kerentanan wilayah pesisir terhadap bencana (Hendarto & Yuniwati, 2024). Kurangnya edukasi dan pemahaman masyarakat mengenai manfaat dan pentingnya mangrove menjadi salah satu faktor utama lemahnya upaya pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan (Akram et al., 2023). Pemberian edukasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan mangrove tidak hanya meningkatkan kesadaran lingkungan, tetapi juga dapat mendorong partisipasi aktif dalam konservasi, pengelolaan, dan pemanfaatan mangrove secara lestari, sehingga manfaat ekonomi, sosial, dan ekologis dapat dirasakan secara berkelanjutan (Bimrah et al., 2022). Edukasi yang efektif akan memperkuat kolaborasi antara masyarakat, pemerintah, dan pemangku kepentingan lain dalam menjaga kelestarian mangrove, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di wilayah pesisir (Bimrah et al., 2022). Oleh karena itu, inisiatif edukasi pemanfaatan mangrove sangat penting untuk meningkatkan ketahanan ekosistem pesisir dan kesejahteraan masyarakat Desa Lalang di tengah tantangan perubahan lingkungan dan sosial yang semakin kompleks (Hendarto & Yuniwati, 2024).

Dampak dari kerusakan mangrove telah dirasakan oleh masyarakat setempat, terutama nelayan dan pembudidaya ikan. Hilangnya mangrove menyebabkan berkurangnya hasil tangkapan ikan, meningkatnya abrasi pantai, dan penurunan kualitas air laut (Saragih et al., 2025). Selain itu, masyarakat juga kehilangan sumber daya alam yang seharusnya dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, seperti kayu mangrove untuk bahan bangunan atau obat tradisional.

Degradasi ekosistem mangrove di Desa Lalang telah menyebabkan penurunan drastis populasi burung, baik jenis residen maupun migran. Data dari komunitas birdwatching Batubara (2023) menunjukkan penurunan populasi burung mangrove mencapai 65% dalam lima tahun terakhir, dengan beberapa spesies kunci seperti Bangau Tongtong (*Leptoptilos javanicus*) yang populasinya menyusut dari 25 individu (2019) menjadi hanya 7 individu (2024). Spesies lain seperti Cekakak Sungai (*Todiramphus chloris*) mengalami penurunan 80%, sementara Kowak Malam Abu (*Nycticorax nycticorax*) bahkan tidak lagi tercatat sejak 2022.

Penurunan ini disebabkan oleh tiga faktor utama. Pertama, hilangnya habitat bersarang akibat penebangan 70% pohon mangrove dengan diameter >30 cm yang ideal untuk sarang burung besar. Kedua, terputusnya rantai makanan karena berkurangnya ikan kecil dan crustacea sebagai sumber pakan utama. Ketiga, gangguan aktivitas manusia

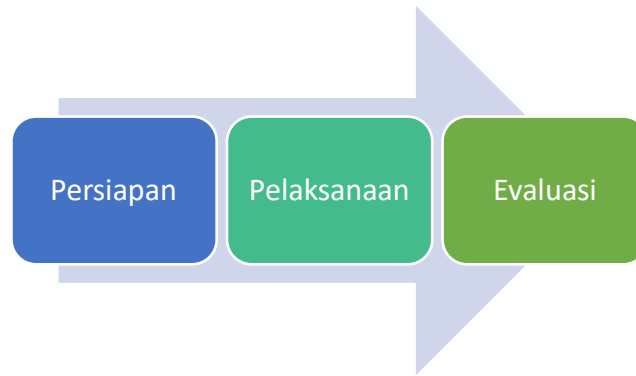
seperti kebisingan alat berat dan penebangan yang mengganggu proses perkembangbiakan. Dampak ekologisnya sangat serius, termasuk terganggunya rute migrasi burung pantai Asia- Australasia, meningkatnya populasi hama, dan hilangnya fungsi polinasi oleh burung penghisap madu. Permasalahan ini diperparah oleh rendahnya partisipasi masyarakat dalam upaya pelestarian mangrove. Kurangnya pengetahuan tentang manfaat mangrove dan teknik penanamannya menjadi kendala utama. Jika tidak segera ditangani, kerusakan mangrove akan berdampak jangka panjang pada lingkungan dan ekonomi masyarakat pesisir. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang melibatkan masyarakat secara aktif untuk memulihkan dan melestarikan ekosistem mangrove secara keseluruhan.

Solusi permasalahan terkait pemanfaatan mangrove bagi ekosistem pesisir di masyarakat Desa Lalang dapat dilakukan melalui pendekatan edukasi yang terintegrasi dan partisipatif. Pertama, penting untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial mangrove melalui program sosialisasi, pelatihan, dan penyuluhan yang mudah dipahami dan relevan dengan kebutuhan lokal (Akram et al., 2023). Edukasi ini harus menekankan manfaat mangrove sebagai pelindung alami pesisir, penyerap karbon, penunjang perikanan, serta perannya dalam mitigasi bencana dan perubahan iklim. Kedua, mendorong keterlibatan aktif masyarakat dalam kegiatan konservasi dan rehabilitasi mangrove, seperti penanaman, pemantauan, dan pengelolaan berbasis komunitas, sehingga tercipta rasa memiliki dan tanggung jawab bersama (Hendarto & Yuniwati, 2024). Ketiga, membangun kemitraan antara masyarakat, pemerintah, akademisi, dan sektor swasta untuk mendukung pendanaan, teknologi, serta pengembangan usaha berbasis mangrove yang berkelanjutan, seperti ekowisata, produk olahan, dan budidaya perikanan ramah lingkungan (Lovelock et al., 2024). Keempat, memperkuat regulasi dan pengawasan terhadap alih fungsi lahan dan aktivitas yang merusak mangrove, serta memberikan insentif bagi masyarakat yang berperan aktif dalam pelestarian (Akram et al., 2023). Kelima, mengintegrasikan pengetahuan lokal dengan hasil riset ilmiah agar strategi pengelolaan mangrove lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan dan kebutuhan masyarakat (Lovelock et al., 2024; Hendarto & Yuniwati, 2024). Dengan solusi-solusi ini, edukasi pemanfaatan mangrove dapat menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan ekosistem pesisir dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Lalang secara berkelanjutan.

Upaya pengelolaan dan pelestarian sumberdaya mangrove dibutuhkan adanya kegiatan yang dapat memberikan informasi ilmiah tentang keadaan atau kondisi terkini dari lokasi tersebut. Informasi kondisi mangrove diperlukan dalam upaya pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir, salah satunya melalui informasi status kondisi mangrove. Kondisi mangrove di Indonesia dapat diketahui tingkat kerapatan pohon dan persentase tutupannya menggunakan kriteria kerusakan mangrove menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 201 tahun 2004 (Fitra, 2022).

## **2. METODE**

Kegiatan edukasi dan pelestarian ekosistem mangrove di Desa Lalang dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif dan berkelanjutan, melalui serangkaian tahapan yang terstruktur dan saling terintegrasi. Setiap tahap dirancang untuk melibatkan masyarakat secara aktif, membangun kesadaran kolektif, serta menciptakan dampak jangka panjang terhadap kelestarian lingkungan pesisir. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, serta evaluasi dan tindak lanjut. Berikut Bagan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dapat dilihat pada gambar 1.



### **Tahap Persiapan**

Tahapan ini dilakukan observasi kondisi wilayah pesisir untuk mengetahui potensi dan permasalahan ekosistem mangrove, dilanjutkan dengan koordinasi bersama aparat desa dan masyarakat, serta penyusunan materi edukasi dan penyediaan bibit mangrove.

### **Tahap pelaksanaan**

Tahapan ini dilaksanakan sosialisasi mengenai pentingnya ekosistem mangrove, kemudian dilanjutkan dengan edukasi pemanfaatan mangrove secara ekologis dan ekonomis. Peserta juga diberikan pemahaman terkait jenis dan zonasi mangrove sebagai dasar dalam kegiatan penanaman. Selanjutnya, dilakukan penanaman mangrove secara langsung dengan melibatkan masyarakat, dosen, dan mahasiswa, serta praktik pemanfaatan mangrove menjadi produk bernilai guna.

### **Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut**

Tahapan ini dilakukan melalui monitoring pertumbuhan mangrove, evaluasi pelaksanaan kegiatan, serta pendampingan masyarakat guna mendukung keberlanjutan program dan pelestarian ekosistem pesisir.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Tahap Persiapan**

Tahap ini diawali dengan kegiatan identifikasi kondisi wilayah pesisir untuk mengetahui potensi, tingkat kerusakan, serta permasalahan yang berkaitan dengan ekosistem mangrove. Selanjutnya dilakukan koordinasi dengan aparat desa dan masyarakat setempat guna memperoleh izin, dukungan, serta menyamakan persepsi terkait pelaksanaan program. Pada tahap ini juga dilakukan penyusunan materi edukasi yang relevan dengan kebutuhan masyarakat serta penyediaan bibit mangrove yang sesuai dengan karakteristik lingkungan pesisir.



## Gambar 2. Survei Lapangan

Tahap awal dimulai dengan pelaksanaan survei lapangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi secara akurat lokasi-lokasi potensial untuk penanaman mangrove. Dalam proses ini, tingkat kerusakan ekosistem mangrove dipetakan secara menyeluruh. Hasil survei ini menjadi dasar dalam merancang intervensi yang tepat, sehingga kegiatan rehabilitasi dapat dilakukan secara efektif dan efisien, sesuai dengan kondisi ekologis setempat.

### Tahap Pelaksanaan

Setelah survei selesai dilakukan, dilanjutkan dengan tahap sosialisasi dan edukasi kepada warga. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga ekosistem mangrove. Materi edukasi mencakup pemahaman tentang fungsi ekologis mangrove dalam melindungi garis pantai, menjaga keanekaragaman hayati, serta perannya dalam siklus karbon dan mitigasi perubahan iklim. Edukasi ini diberikan dalam bentuk diskusi, pemaparan interaktif, dan demonstrasi teknik penanaman serta perawatan mangrove yang benar.

Kegiatan sosialisasi mengenai pentingnya ekosistem mangrove dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir (Saragih et al., 2025). Kegiatan dilanjutkan dengan edukasi terkait pemanfaatan mangrove secara ekologis dan ekonomis untuk meningkatkan pemahaman masyarakat. Selanjutnya dilakukan pengenalan jenis-jenis mangrove beserta karakteristik dan zonasi habitatnya sebagai dasar dalam kegiatan penanaman. Kegiatan inti berupa penanaman mangrove dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan dosen, mahasiswa, dan masyarakat, dengan memperhatikan kesesuaian jenis tanaman terhadap zona tumbuhnya. Selain itu, peserta juga diberikan praktik pemanfaatan mangrove menjadi produk bernilai guna guna meningkatkan potensi ekonomi lokal.

Selanjutnya tim PKM dan masyarakat melaksanakan penanaman mangrove. Kegiatan penanaman ini difokuskan pada jenis *Rhizophora apiculata* (bakau minyak) yang diperoleh dari propagul alami hasil pengumpulan masyarakat. Teknik penanaman mengacu pada prinsip zonasi mangrove, di mana *Avicennia* dan *Sonneratia* berada pada zona terdepan, *Rhizophora* dan *Bruguiera* pada zona tengah, serta *Nypa* pada area yang lebih dekat ke daratan. Berdasarkan konsep tersebut, penanaman dilakukan pada zona tengah yang masih dipengaruhi pasang surut, sehingga mendukung tingkat adaptasi dan keberhasilan tumbuh tanaman.



Gambar 3. Penanaman Mangrove di Pantai Sujono

Kegiatan penanaman ini tidak hanya berfungsi sebagai upaya rehabilitasi ekosistem mangrove yang terdegradasi, tetapi juga sebagai sarana edukasi bagi masyarakat untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi dalam pelestarian lingkungan pesisir. Keterlibatan masyarakat secara langsung menjadi faktor penting dalam keberlanjutan program, sekaligus memperkuat pemahaman mengenai fungsi ekologis mangrove, seperti perlindungan pantai dari abrasi dan penstabilan sedimen.

Selain itu, mangrove memiliki potensi ekonomi yang dapat dikembangkan melalui konsep ekowisata, yang berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berdampak pada aspek ekologis, tetapi juga memberikan nilai tambah secara sosial dan ekonomi. Hasil ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa rehabilitasi mangrove berbasis partisipasi masyarakat mampu mendukung pemulihan ekosistem pesisir secara berkelanjutan.

Peran serta masyarakat menjadi kunci keberhasilan program ini. Perangkat desa, tokoh masyarakat, kelompok pemuda, pelajar, dan organisasi lokal diundang untuk turut serta secara aktif. Kehadiran mereka bukan hanya sebagai peserta, tetapi juga sebagai mitra dalam pelaksanaan dan pengawasan program, sehingga terbentuk rasa memiliki dan tanggung jawab bersama terhadap hasil kegiatan.

#### **Tahap Evaluasi dan Tindak Lanjut**

Tahap ini meliputi kegiatan monitoring terhadap pertumbuhan mangrove yang telah ditanam untuk mengetahui tingkat keberhasilan penanaman. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap seluruh rangkaian kegiatan guna mengidentifikasi keberhasilan dan kendala yang dihadapi. Sebagai tindak lanjut, dilakukan pendampingan kepada masyarakat agar mampu menjaga kelestarian mangrove serta mengembangkan pemanfaatannya secara berkelanjutan.



Gambar 4. Foto Bersama

Kegiatan ini diharapkan mampu mendorong masyarakat untuk berperan aktif sebagai agen edukasi bagi para pengunjung, khususnya dalam menyampaikan informasi mengenai ekosistem mangrove. Upaya pengenalan ini diharapkan dapat meningkatkan motivasi masyarakat untuk lebih memahami sekaligus melestarikan mangrove (Tambunan et al., 2025). Salah satu bentuk pelestarian yang dilakukan adalah dengan melibatkan mitra secara langsung dalam kegiatan penanaman pada area yang telah ditetapkan, sehingga tercipta rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap keberlanjutan ekosistem tersebut.

Selain masyarakat lokal, wisatawan yang berkunjung ke kawasan Pantai Sujono juga menjadi sasaran penting dalam kegiatan edukasi ini. Pemberian informasi dan pemahaman mengenai mangrove kepada pengunjung bertujuan untuk menumbuhkan kesadaran kolektif dalam menjaga kelestarian lingkungan pesisir. Dalam konteks ini,

pengembangan ekowisata mangrove tidak hanya berfungsi sebagai daya tarik wisata, tetapi juga berkontribusi dalam mitigasi dampak perubahan iklim dan bencana pesisir, serta berpotensi meningkatkan perekonomian masyarakat setempat.

Keberlanjutan program ini diharapkan dapat diwujudkan melalui inisiatif masyarakat dalam melakukan penandaan atau pelabelan mandiri pada area tertentu yang memiliki informasi penting terkait jenis-jenis mangrove. Langkah ini tidak hanya memperkaya informasi bagi pengunjung, tetapi juga meningkatkan nilai edukatif kawasan wisata. Selain itu, masyarakat diharapkan mampu mengembangkan ketersediaan bibit berbagai jenis mangrove yang dapat dimanfaatkan oleh pengunjung sebagai bagian dari pengalaman langsung dalam kegiatan penanaman. Keterlibatan aktif pengunjung dalam kegiatan ini diharapkan dapat memperkuat kesadaran lingkungan sekaligus mendukung upaya pelestarian ekosistem pesisir (Kartika et al., 2023). Secara keseluruhan, pendekatan holistik yang menggabungkan edukasi, aksi nyata, dan pemberdayaan masyarakat terbukti efektif tidak hanya untuk pemulihan ekologis tetapi juga untuk penguatan kapasitas masyarakat dalam mengelola sumber daya pesisir menjadi desa berbasis ekowisata mangrove secara mandiri dan berkelanjutan.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan sosialisasi edukasi mangrove dan penanaman yang dilaksanakan di Pantai Sujono memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi masyarakat dalam pelestarian ekosistem pesisir. Edukasi melalui penamaan jenis mangrove serta praktik penanaman secara langsung terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman masyarakat mengenai fungsi ekologis dan ekonomis mangrove. Selain itu, keterlibatan aktif masyarakat dalam kegiatan ini mendorong tumbuhnya inisiatif mandiri dalam menjaga dan merehabilitasi kawasan pesisir yang terdegradasi. Dengan demikian, kolaborasi antara perguruan tinggi dan masyarakat menjadi kunci dalam mewujudkan pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan serta berpotensi mendukung pengembangan kawasan berbasis ekowisata.

#### REFERENCES

- Akram, H., Hussain, S., Mazumdar, P., Chua, K. O., Butt, T., & Harikrishna, J. (2023). Mangrove Health: A Review Of Functions, Threats, And Challenges Associated With Mangrove Management Practices. *Forests*, *14*, 1698. <https://doi.org/10.3390/F14091698>
- Aldiansyah, R., Ilma, Z., & Tarigan, L. Z. (2025). Utilization Of Sujono Beach As A Natural Laboratory For Identification Of Invertebrate Animals In Biology Education. *Jurnal Pelita Pendidikan*, *13*(2), 68–78.
- Bimrah, K., Dasgupta, R., Hashimoto, S., Saizen, I., & Dhyani, S. (2022). Ecosystem Services Of Mangroves: A Systematic Review And Synthesis Of Contemporary Scientific Literature. *Sustainability*, *14*. <https://doi.org/10.3390/Su141912051>
- Fitra, R. A. (2022). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan Kondisi Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Wundulako*. *13*(2), 17–24.
- Hendarto, T., & Yuniwati, E. (2024). Ecosystem Services-Based Mangrove Forest With Management Model Strategies, Sustainability Of Coastal Natural Resources. *Brazilian Journal Of Biology*, *84*. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.280083>
- Islam, M., Billah, M., Idris, M. H., Bhuiyan, M. K. A., & Kamal, A. H. (2023). Mangroves Of Malaysia: A Comprehensive Review On Ecosystem Functions, Services,

- Restorations, And Potential Threats Of Climate Change. *Hydrobiologia*.  
<https://doi.org/10.1007/S10750-023-05431-Z>
- K, A., K, H., K, S., P, B., Muhammed, J., & Augustine, A. (2024). Mangroves In Environmental Engineering: Harnessing The Multifunctional Potential Of Nature's Coastal Architects For Sustainable Ecosystem Management. *Results In Engineering*, 21, 101765. <https://doi.org/10.1016/J.Rineng.2024.101765>
- Kartika, D., Utomo, S., & Pulungan, A. R. (2023). *Ekowisata Mangrove Dalam Pariwisata Berkelanjutan Di Sumatera Utara Abstrak*. 4(2016), 46–60. <https://doi.org/10.34013/Mp.V4i2.1393>
- Lovelock, C. E., Bennion, V., Oliveira, M. De, Hagger, V., Hill, J. W., Kwan, V., Pearse, A. L., Rossini, R. A., & Twomey, A. J. (2024). *Based Solutions*. July, 2510–2521. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14383>
- Saragih, S. S. D., Tarigan, L. Z. B., Tambunan, M. I. H., & Putri, N. A. (2025). Sosialisasi Penggunaan Biomathematics Dalam Mencegah Abrasi Dengan Mempertimbangkan Penanaman Pohon Mangrove Di Pantai Sujono Batu Bara. *Jurnal Pemberdayaan Sosial Dan Teknologi Masyarakat*, 5(1), 285–292.
- Tambunan, M. I. H. (2018). *Jurnal Biolokus Jurnal Biolokus*. 1(1), 1–11.
- Tambunan, M. I. H., Iqbal, M., Efendi, Z., Humayra, S. M., Royal, U., Studi, P., Informasi, S., & Royal, U. (2025). *Tepak Sirih : Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani Program Konservasi Mangrove Melalui Penanaman Dan Penamaan Jenis Di Ekowisata Pantai Sujono Tepak Sirih : Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani*. 04(02), 140–150.