

Rehabilitasi Ekosistem Pesisir melalui Penanaman Mangrove di Terengganu, Malaysia

Budi Hernawan^{1*}, Listiana Masyita Dewi², Zakia Novi Anggitratr³, Afif Naufal Fathin³, Nasywa Sekar Utami Pranata³, Muhammad Azzim Wafiq³, Puteri Nur Atiqah Binti Omar⁴, Intan Muzainah Binti Noorul Muzaid⁴

¹Departemen Fisiologi, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

²Departemen Mikrobiologi, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

⁴International Medical School, Management and Science University, Malaysia

**Corresponding Email: lmd123@ums.ac.id*

ABSTRAK

Meningkatnya degradasi pesisir di Terengganu, Malaysia, akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim, mendorong perlunya dilaksanakan upaya rehabilitasi ekosistem melalui kegiatan penanaman mangrove. Program ini dirancang untuk memulihkan ekosistem pantai, melindungi garis pantai dari erosi, dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya lingkungan. Penanaman mangrove juga memberikan manfaat ekonomi melalui ekowisata dan perikanan berkelanjutan. Pelaksanaan kegiatan melibatkan mahasiswa, dosen, relawan, serta masyarakat lokal dalam program MYCORAL 8.0, dengan tahapan kegiatan mencakup persiapan lokasi, pelatihan teknik penanaman, penanaman bibit, hingga pemantauan awal. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan cakupan mangrove di area sasaran serta tumbuhnya partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga lingkungan pesisir. Selain manfaat ekologis berupa perbaikan kualitas ekosistem dan peningkatan habitat biota laut, kegiatan ini juga memberi dampak sosial-ekonomi melalui pemberdayaan komunitas dan potensi pengembangan ekowisata. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi aspek ekologi, sosial, dan teknologi dalam restorasi pesisir, serta menjadi model kolaboratif yang dapat direplikasi di wilayah lain. Secara keseluruhan, program ini memberikan kontribusi nyata bagi upaya konservasi lingkungan sekaligus memperkuat hubungan antara akademisi dan masyarakat dalam menghadapi tantangan perubahan iklim.

Kata Kunci: Ekologis, Ekosistem Pesisir, Konservasi Lingkungan, Penanaman Mangrove, Rehabilitasi

ABSTRACT

Increasing coastal degradation in Terengganu, Malaysia, due to human activities and climate change, has prompted the need for ecosystem rehabilitation program through mangrove planting activities. This program is designed to restore coastal ecosystems, protect coastlines from erosion, and raise public awareness about the importance of the environment. Mangrove planting also provides economic benefits through ecotourism and sustainable fisheries. The implementation of activities involved students, lecturers, volunteers, and local communities in the MYCORAL 8.0 program, with stages of activities including site preparation, planting technique training, seedling planting, and initial monitoring. The results of the activity show an increase in mangrove coverage in the target area and the growth of active community participation in protecting the coastal environment. In addition to ecological benefits in the form of improved ecosystem quality and increased marine biota habitat, this activity also has a socio-economic impact through community empowerment and the potential for ecotourism development. These findings underscore the importance of integrating ecological, social, and technological aspects in coastal restoration, serving as a collaborative model that can be replicated in other regions. Overall, this program makes a tangible contribution to environmental conservation efforts while strengthening the relationship between academics and communities in addressing the challenges of climate change.

Keywords: Coastal ecosystem, Ecological, Environmental conservation, Mangrove planting, Rehabilitation.

PENDAHULUAN

Mangrove adalah jenis tanaman yang tumbuh di daerah pesisir tropis dan subtropis, di mana air laut bertemu dengan darat. Mereka memiliki kemampuan adaptasi khusus yang memungkinkan mereka hidup di lingkungan yang asin dan berlumpur. Mangrove berperan penting dalam melindungi garis pantai dari erosi, menyediakan habitat bagi berbagai spesies laut, dan berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim dengan menyerap karbon dioksida. Selain itu, ekosistem mangrove juga mendukung mata pencaharian masyarakat lokal melalui perikanan dan ekowisata. Mangrove di Asia Tenggara merupakan ekosistem dengan luas dan keanekaragaman terbesar di dunia, namun juga mengalami tingkat kehilangan yang signifikan akibat ekspansi tambak, pertanian, dan konversi lahan pesisir (Gerona-Daga and Salmo, 2022). Restorasi mangrove dapat menjadi strategi adaptasi berbasis ekosistem yang mendukung ketahanan nelayan terhadap cuaca ekstrem, abrasi, dan penurunan hasil tangkapan (Yamin *et al.*, 2025).

Penanaman mangrove merupakan salah satu langkah strategis dalam upaya konservasi ekosistem pesisir yang berfungsi menjaga keseimbangan lingkungan, mencegah erosi, dan mendukung keanekaragaman hayati (Izzudin *et al.*, 2024). Wilayah Terengganu, Malaysia, sebagai kawasan pesisir yang rentan terhadap degradasi akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim, membutuhkan intervensi berkelanjutan untuk melestarikan ekosistemnya (Kamaludin *et al.*, 2025). Meskipun sejumlah penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat ekologis penanaman mangrove dalam memperbaiki kualitas lingkungan dan mendukung kehidupan biota laut, sebagian besar masih berfokus pada aspek teknis dan ekologis (Rahadian *et al.*, 2022). Aspek keterlibatan masyarakat lokal serta dampak sosial-ekonomi dari kegiatan tersebut relatif kurang dieksplorasi, khususnya di wilayah Terengganu yang kajiannya masih terbatas.

Management and Science University (MSU), Malaysia, khususnya International Medical School (IMS), menginisiasi program pengabdian kepada masyarakat dan konservasi lingkungan dengan fokus utama pada upaya restorasi lingkungan, edukasi masyarakat, serta penguatan komunitas lokal, melalui program MyCoral 8.0. Kegiatan ini melibatkan peserta dari dalam dan luar negeri, termasuk mahasiswa, dosen, staf, serta komunitas lokal dan mitra universitas internasional, dan salah satunya adalah Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta (FK UMS). Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan pendekatan integratif yang menggabungkan aspek ekologis dan sosial melalui kegiatan penanaman mangrove yang bertujuan untuk memulihkan dan melestarikan ekosistem pesisir yang terdampak degradasi dengan sasaran utama meningkatkan cakupan mangrove guna memperkuat fungsi ekologis dan keberlanjutan sumber daya alam bagi masyarakat lokal (Fuady *et al.*, 2025). Selain itu, kegiatan ini juga diharapkan mampu menumbuhkan kesadaran serta partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi mangrove sebagai bentuk mitigasi perubahan iklim (Yamin *et al.*, 2025).

Manfaat yang diperoleh tidak hanya bersifat ekologis, seperti memperbaiki kualitas air, menyediakan habitat bagi biota laut, menstabilkan garis pantai, dan menyerap karbon untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga berdampak sosial-ekonomi (Mulyani *et al.*, 2024). Pengaruh penanaman mangrove dapat diketahui melalui peningkatan hasil perikanan, pengembangan potensi ekowisata, dan keterlibatan aktif komunitas lokal dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan demi pelestarian lingkungan jangka panjang (Jelibsedo *et al.*, 2025).

METODE

Rangkaian kegiatan penanaman mangrove di Terengganu, Malaysia dilaksanakan pada tanggal 18–20 Juli 2025. Kegiatan dimulai dengan tahap persiapan yang meliputi identifikasi lokasi penanaman berdasarkan survei kondisi ekosistem. Selanjutnya, dilakukan koordinasi dengan pemerintah lokal, lembaga konservasi, serta masyarakat setempat untuk memperoleh izin dan dukungan yang diperlukan. Pengadaan bibit mangrove dilakukan dengan memilih jenis yang sesuai pada kondisi lingkungan setempat dan memastikan kualitas bibit dari pembibitan terpercaya.

Tahap pelaksanaan kegiatan diawali dengan sesi pembukaan dan pengarahan dari panitia pelaksana serta perwakilan instansi terkait kepada seluruh peserta relawan. Dalam pengarahan tersebut, disampaikan pentingnya peran hutan mangrove sebagai ekosistem kunci di wilayah pesisir.

Hutan mangrove tidak hanya berfungsi sebagai benteng alami yang melindungi daratan dari abrasi dan gelombang laut, tetapi juga memiliki peranan vital dalam menyerap karbon, menjaga kualitas air laut, dan menyediakan habitat bagi berbagai jenis biota akuatik seperti ikan, kepiting, udang, dan burung air. Pesan utama yang disampaikan dalam sambutan ini adalah pentingnya keterlibatan generasi muda dalam upaya konservasi lingkungan melalui aksi nyata, salah satunya dengan kegiatan penanaman mangrove yang berkelanjutan.



Gambar 1. Pengarahan Restorasi Mangrove Kepada Relawan

Usai pembukaan, kegiatan dilanjutkan dengan pemaparan teknis oleh narasumber lapangan, yang merupakan perwakilan dari kelompok masyarakat pengelola mangrove setempat. Narasumber memberikan arahan tentang prosedur penanaman yang tepat, mencakup tahapan pemilihan bibit unggul, penentuan lokasi tanam berdasarkan karakteristik substrat lumpur, serta teknik pemeliharaan pasca penanaman untuk meningkatkan tingkat keberhasilan tumbuh bibit. Peserta juga diberi penjelasan tentang perbedaan morfologi dan fungsi ekologis antara jenis mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Avicennia marina*, yang digunakan dalam kegiatan ini.

Setelah pengarahan teknis, kegiatan penanaman dimulai dengan tahapan yang dilakukan secara sistematis. Tahap pertama, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kerja, di mana setiap kelompok bertanggung jawab atas satu petak area tanam. Pembagian ini bertujuan agar proses penanaman lebih terorganisir dan efisien. Tahap kedua, peserta melakukan persiapan lahan dengan membersihkan area dari sampah organik dan anorganik, serta memastikan kondisi tanah berlumpur cukup lembab dan stabil untuk menopang pertumbuhan akar mangrove. Tahap ketiga, peserta melakukan penanaman bibit mangrove dengan jarak tanam sekitar 1x1 meter.



Gambar 2. Restorasi Mangrove oleh Tim dari FK UMS

Untuk menjamin keberlanjutan kegiatan, panitia bersama masyarakat pesisir melakukan pendataan dan penandaan area tanam dengan menggunakan ajir bambu dan sistem penomoran. Setiap titik penanaman dicatat dan dipetakan untuk memudahkan pemantauan pertumbuhan (monitoring) dalam periode tiga dan enam bulan ke depan. Selain itu, disusun pula rencana tindak lanjut berupa kegiatan rehabilitasi tambahan dan pemeliharaan rutin, termasuk pembersihan area dari sampah laut dan penggantian bibit yang tidak tumbuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN.

Kegiatan penanaman mangrove dalam program MyCoral 8.0 terlaksana dengan baik dan sesuai dengan rencana yang telah disusun dari awal. Cuaca yang cerah dan kondisi pasang surut yang bersahabat sangat mendukung pelaksanaan kegiatan di lapangan. Suasana kebersamaan tampak sejak awal, ketika seluruh peserta yang terdiri atas mahasiswa, dosen pendamping, masyarakat pesisir, aparat desa, serta relawan lingkungan, berkumpul di area pantai untuk menerima arahan teknis sebelum penanaman dimulai. Secara keseluruhan, kegiatan berhasil menanam sebanyak 100 bibit mangrove. Kegiatan ini dilaksanakan di area pesisir seluas kurang lebih 0,8 hektar, yang sebelumnya merupakan lahan kritis akibat abrasi dan penurunan kualitas tanah. Bibit ditanam dengan jarak tanam sekitar 1 x 1 meter, disesuaikan dengan karakteristik pertumbuhan tanaman Mangrove.

Masyarakat lokal berperan penting sebagai mitra utama dalam pelaksanaan kegiatan ini. Sebagian besar dari mereka merupakan anggota kelompok tani hutan (KTH) mangrove setempat yang telah berpengalaman dalam kegiatan rehabilitasi pesisir. Masyarakat membantu dalam pemetaan area tanam, pengangkutan bibit dari lokasi pembibitan ke area tanam, serta pendampingan teknis kepada mahasiswa agar bibit ditanam dengan kedalaman dan posisi yang benar. Selain itu, mereka juga membagikan pengalaman praktis mengenai dinamika pasang surut air laut, jenis lumpur yang cocok untuk penanaman, serta cara menjaga bibit dari gangguan hewan laut seperti kepiting atau ombak besar. Mahasiswa turut serta dalam berbagai tahapan kegiatan, mulai dari inventarisasi dan distribusi bibit, penandaan titik tanam menggunakan tali dan ajir bambu, hingga proses penanaman langsung di lapangan. Melalui pengalaman ini, mahasiswa belajar secara langsung tentang pentingnya pendekatan ekosistem dalam konservasi pesisir serta keterkaitannya dengan aspek kesehatan lingkungan. Dosen pembimbing dan panitia pelaksana turut berperan sebagai supervisor kegiatan, memastikan seluruh tahapan berjalan sesuai dengan prosedur teknis yang telah dijelaskan dalam pengarahan awal. Mereka juga melakukan pendokumentasian dan pencatatan administratif, termasuk pembuatan peta sederhana area tanam menggunakan perangkat GPS serta penandaan setiap petak untuk keperluan evaluasi

pertumbuhan di masa mendatang. Setelah proses penanaman selesai, peserta bersama masyarakat melakukan pemasangan ajir bambu sebagai penanda sekaligus pelindung bibit dari hempasan gelombang. Kegiatan dilanjutkan dengan pembersihan area untuk menghindari tumpukan sampah plastik yang dapat menghambat pertumbuhan bibit. Pada akhir kegiatan, seluruh peserta melakukan sesi refleksi bersama, di mana mahasiswa dan masyarakat menyampaikan kesan serta rencana tindak lanjut untuk memastikan keberlanjutan program.

Luaran yang dicapai aktivitas penanaman mangrove kali ini meliputi rehabilitasi area pesisir yang sebelumnya mengalami degradasi, peningkatan cakupan mangrove, serta peningkatan kapasitas masyarakat dalam konservasi lingkungan. Keberhasilan program ini menunjukkan peran penting penanaman mangrove sebagai strategi adaptasi berbasis ekosistem yang sejalan dengan agenda global pemulihan pesisir (Mattone and Sheaves, 2024; Ram *et al.*, 2025). Selain memberikan perlindungan alami terhadap abrasi dan badai, mangrove juga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim melalui penyimpanan karbon (Saputra, *et al.*, 2024; Kamaludin *et al.*, 2025). Tingginya toleransi mangrove terhadap salinitas memungkinkan tumbuhan ini bertahan dan tumbuh optimal di ekosistem pesisir yang ekstrem, sehingga berperan penting dalam menjaga stabilitas lingkungan dan keberlanjutan ekosistem pantai (Roziaty dan Utami, 2023). Dengan demikian, ekosistem mangrove berfungsi sebagai habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna, sehingga dikenal memiliki tingkat keanekaragaman bioekologi yang tinggi.

Dari aspek sosial, kegiatan ini menumbuhkan rasa kepemilikan (*sense of belonging*) masyarakat terhadap lingkungan pesisir mereka sendiri. Kolaborasi antara mahasiswa dan warga lokal menciptakan sinergi yang kuat, dimana mahasiswa membawa semangat dan pengetahuan ilmiah, sedangkan masyarakat memberikan pengalaman praktis dan kearifan lokal. Interaksi ini menjadi contoh konkret dari pendekatan partisipatif dalam program pengabdian masyarakat, di mana keberhasilan kegiatan tidak hanya diukur dari jumlah bibit yang tertanam, tetapi juga dari peningkatan kapasitas dan kesadaran lingkungan peserta. Pendekatan yang digunakan menekankan integrasi teknologi dan partisipasi komunitas, yang terbukti meningkatkan efektivitas penanaman mangrove (Sunkur *et al.*, 2023). Hal ini penting mengingat banyak proyek penanaman mangrove di dunia mengalami kegagalan akibat pemilihan lokasi atau metode yang kurang tepat (Lovelock *et al.*, 2022). Dari sisi sosial-ekonomi, keterlibatan masyarakat dalam program ini memperkuat rasa kepemilikan terhadap ekosistem mangrove (Irawan *et al.*, 2017). Dengan demikian, keberhasilan penanaman mangrove tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh dukungan sosial dan kesadaran kolektif (Mulyani *et al.*, 2024). Melihat capaian ini, langkah selanjutnya perlu difokuskan pada pemantauan jangka panjang, replikasi di lokasi lain, pemanfaatan teknologi pemantauan modern, serta integrasi kawasan penanaman mangrove sebagai destinasi ekowisata (Sari *et al.*, 2023). Dengan strategi tersebut, program serupa berpotensi memberikan manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi yang lebih luas bagi masyarakat pesisir.

Dampak jangka panjang dari kegiatan ini diharapkan meliputi peningkatan cakupan vegetasi mangrove di wilayah pesisir, pengurangan risiko abrasi, peningkatan keanekaragaman hayati, serta perbaikan kualitas lingkungan laut. Dari sisi akademik, kegiatan ini juga memberikan nilai edukatif bagi mahasiswa dalam memahami penerapan ilmu ekologi, biologi, dan kesehatan lingkungan secara integratif. Melalui kegiatan ini, mahasiswa tidak hanya berperan sebagai pembelajar, tetapi juga sebagai agen perubahan yang aktif berkontribusi dalam pelestarian lingkungan.

Secara keseluruhan, pelaksanaan kegiatan penanaman mangrove dalam program MyCoral 8.0 dapat dinilai berhasil dan berdampak nyata, baik dari segi ekologis, edukatif, maupun sosial. Keberhasilan ini menjadi dasar penting bagi pelaksanaan kegiatan lanjutan, seperti monitoring pertumbuhan bibit, evaluasi tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), serta pengembangan model edukasi lingkungan berbasis masyarakat yang berkelanjutan.

SIMPULAN

Kegiatan penanaman mangrove melalui program MyCoral 8.0 ini berhasil dilaksanakan dengan melibatkan berbagai unsur, seperti mahasiswa, dosen, masyarakat pesisir, dan lembaga mitra. Pelaksanaan kegiatan ini menunjukkan bahwa sinergi antara perguruan tinggi dan masyarakat dapat

menjadi model efektif dalam upaya konservasi ekosistem pesisir. Sebanyak 100 bibit mangrove berhasil ditanam dengan tingkat partisipasi yang tinggi, serta diikuti oleh peningkatan pengetahuan dan kesadaran peserta terhadap pentingnya ekosistem mangrove bagi keberlanjutan lingkungan. Kegiatan ini tidak hanya berorientasi pada hasil fisik berupa penanaman bibit, tetapi juga pada pemberdayaan masyarakat dan pembelajaran kontekstual bagi mahasiswa.

Dari sisi akademik dan sosial, kegiatan ini memberikan dampak pembelajaran transformatif bagi mahasiswa, yang memperoleh pengalaman langsung dalam praktik konservasi dan pemberdayaan masyarakat berbasis ilmu pengetahuan. Kegiatan lapangan ini mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan pendidikan lingkungan sehingga memperkuat nilai-nilai kepemimpinan, kolaborasi, dan tanggung jawab sosial di kalangan mahasiswa. Di sisi lain, masyarakat lokal mendapatkan manfaat dalam bentuk peningkatan kapasitas teknis serta kesadaran akan pentingnya pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan. Kolaborasi ini menjadi bentuk nyata implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya pada aspek pengabdian kepada masyarakat yang berorientasi pada keberlanjutan lingkungan (*environmental sustainability*).

Sebagai rencana tindak lanjut, panitia bersama kelompok masyarakat pengelola mangrove setempat telah menyusun agenda monitoring dan evaluasi pertumbuhan bibit setiap tiga bulan untuk menilai tingkat keberhasilan tanam (*survival rate*) serta melakukan perawatan seperti penambahan ajir, penyulaman bibit yang mati, dan pembersihan area dari sampah. Dengan adanya kesinambungan program ini, diharapkan kawasan pesisir lokasi kegiatan dapat berkembang menjadi zona edukasi dan ekowisata mangrove, yang tidak hanya memberikan manfaat ekologis tetapi juga sosial-ekonomi bagi masyarakat setempat. Kegiatan ini menjadi wujud nyata komitmen sivitas akademika dalam menjaga kelestarian alam dan memperkuat peran perguruan tinggi sebagai pusat pemberdayaan masyarakat dan penjaga keberlanjutan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Surakarta (FK UMS), sebagai penyandang dana bagi partisipan dari Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta, serta kepada Management and Science University (MSU) Malaysia atas kesempatan, dukungan dan kepercayaannya untuk keterlibatan partisipan dari FK UMS dalam pelaksanaan kegiatan penanaman mangrove di Terengganu, Malaysia, pada program MYCORAL 8.0. Dukungan berupa fasilitas, sumber daya, serta bimbingan yang diberikan sangat membantu kelancaran dan keberhasilan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fuady, M., Buraida, K., Kevin, M. A., Farrel, M. R., & Triaputri, A. (2025). Mangrove forest conservation for disaster mitigation and community welfare in Banda Aceh: A sustainable development goals (SDGs) approach. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5, e04787. <https://doi.org/10.47172/2965-730x.sdgsreview.v5.n03.pe04787>
- Gerona-Daga, M. E. B., & Salmo, S. G. (2022). A systematic review of mangrove restoration studies in Southeast Asia: Challenges and opportunities for the United Nation's decade on ecosystem restoration. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.987737>
- Izzudin, M., Rendana, M., Jati, S. N., Lamato, R., & Tamsyah, I. (2024). Socialization of mangrove planting among coastal communities: A collaborative approach for conservation and ecosystem sustainability. *Community Empowerment*, 9, 1291–1299. <https://doi.org/10.31603/ce.11267>
- Jelibseda, J., Rahayu, Y. G., Hidayat, S., Muhayatul, M., Syah, N., Barlian, E., Umar, I., Dewata, I., & Kamal, E. (2025). Ecological and socioeconomic importance of mangrove ecosystems: A case study of Muar Johor, Malaysia. *Multidisciplinary Journal of Counseling and Social Research*.
- Kamaludin, M. A., Rahmas, N., Saman, M., & Zakaria, Z. (2025). Strategic approaches to low-carbon tourism in Terengganu: Aligning growth with environmental sustainability. *International*

- Irawan, B., Jati, W., & Pribadi, R. (2017). Penanaman mangrove tersistem sebagai solusi penambahan luas lahan mangrove di Pantai Kabupaten.
- Lovelock, C. E., Barbier, E., & Duarte, C. M. (2022). Tackling the mangrove restoration challenge. *PLoS Biology*, 20, e3001836. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001836>
- Mattone, C., & Sheaves, M. (2024). Mangrove forest ecological function is influenced by the environmental settings and the benthic fauna composition. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 309, 108959. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108959>
- Mulyani, S., Pallu, M. S., Fikruddin, M., Kafrawi, M., Handayani, H. P., & Ningsih, S. W. (2024). Mangrove planting in order to increase the carrying capacity of pond land in Borimasunggu Village. *International Journal*, 7, 104–110.
- Rahadian, A., Kusmana, C., Setiawan, Y., & Prasetyo, L. B. (2022). Adaptive mangrove ecosystem rehabilitation plan based on coastal typology and ecological dynamics approach. *Hayati Journal of Biosciences*, 29, 445–458. <https://doi.org/10.4308/hjb.29.4.445-458>
- Ram, M., Sheaves, M., & Waltham, N. J. (2025). Restoring mangrove biodiversity: Can restored mangroves support fish assemblages comparable to natural mangroves over time? *Restoration Ecology*, 33. <https://doi.org/10.1111/rec.70012>
- Roziaty, E., & Utami, D. R. (2023). Bioekologi mangrove di Desa Dasun, Kecamatan Lasem, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Bioscientiae*, 20(2). <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/bioscientiae>
- Saputra, A., Wibowo, A. A., Altair, G. R., Natsir, M., Danardono, D., Surachman, D., & Al Ghowazi, S. A. (2024). Pendampingan drone mapping untuk membantu mitigasi bahaya banjir rob di kawasan pesisir Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. *Abdi Geomedisains*, 5(1). <https://doi.org/10.23917/abdigeomedisains.v5i1.3374>
- Sari, R., Marpaung, S. M., Has, D. H., & Daulay, A. P. (2023). Evaluation of planting success and mangrove habitat suitability in various planting years in Pasar Rawa Village, Langkat Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2). <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.5620>
- Sunkur, R., Kantamaneni, K., Bokhoree, C., & Ravan, S. (2023). Mangroves' role in supporting ecosystem-based techniques to reduce disaster risk and adapt to climate change: A review. *Journal of Sea Research*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102449>
- Yamin, L., Kuo, T. C., & Aziz, N. (2025). Interplay of traditional knowledge and adaptive capacity in climate change adaptation of small-scale fishers in central Terengganu, Malaysia. *Frontiers in Marine Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1492131>