

TATA KELOLA MANGROVE BERBASIS PENTAHELIKS MELALUI EDUKASI LINGKUNGAN DAN PENANAMAN BIBIT DI PEUNAGA CUT UJONG

Eka Lisdayanti^{1*}, Rahmawati², Nurul Najmi³, Herri Darsan⁴, Rudi Hermi⁵,
Anisah Nasution⁶, Dandi Sardanul Alim⁷

^{1,3,5,7}Program Studi Sumber Daya Akuatik, Universitas Teuku Umar

²Program Studi Perikanan, Universitas Teuku Umar

⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Teuku Umar

⁶Program Studi Agrobisnis, Universitas Teuku Umar

Email Korespondensi: ekalisdayanti@utu.ac.id

Disubmit: 04 Agustus 2026

Diterima: 01 Agustus 2026

Diterbitkan: 01 Oktober 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v9i10.27512>

ABSTRAK

Pengelolaan mangrove membutuhkan tata kelola multipihak agar kegiatan rehabilitasi tidak berhenti pada penanaman seremonial. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pemahaman pemangku kepentingan, melaksanakan penanaman dan penyulaman mangrove, memetakan kontribusi aktor pentaheliks, serta menyusun rancangan pemeliharaan pascatanam di Gampong Peunaga Cut Ujong, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat. Kegiatan dilaksanakan pada 8 Juni 2026 melalui identifikasi substrat, koordinasi, edukasi lingkungan, praktik penanaman, evaluasi, dan perumusan tindak lanjut. Sebanyak 100 peserta mewakili unsur akademisi, pemerintah, dunia usaha, masyarakat, dan media. Evaluasi edukasi menggunakan *pre-test* dan *post-test* pada 25 responden yang dipilih secara purposif dengan kuota lima orang pada setiap unsur. Sebanyak 500 bibit *Rhizophora apiculata* digunakan untuk penanaman pada bagian lahan yang belum bervegetasi dan penyulaman pada titik yang mengalami kehilangan bibit. Skor pemahaman meningkat dari 57% menjadi 92%, atau bertambah 35 poin persentase. Pemetaan peran menunjukkan bahwa akademisi dominan pada inisiasi, edukasi, dan evaluasi; pemerintah pada dukungan bibit, legitimasi, dan koordinasi teknis; masyarakat pada pengetahuan substrat dan pelaksanaan penanaman; media pada dokumentasi dan diseminasi; sedangkan dukungan dunia usaha pada tahap pascatanam belum terdokumentasi secara rinci. Kegiatan menghasilkan luaran edukatif dan operasional serta rancangan awal tata kelola berupa pembagian peran, inventarisasi petak, penanggung jawab lokal, kanal pelaporan, dan monitoring pada bulan ke-1, ke-3, ke-6, dan ke-12. Keberhasilan ekologis belum dapat disimpulkan sebelum tersedia data kelangsungan hidup dan pertumbuhan bibit.

Kata Kunci: Edukasi Lingkungan, Mangrove, Pentaheliks, Rehabilitasi Pesisir, Tata Kelola.

ABSTRACT

Mangrove rehabilitation requires multi-stakeholder governance to prevent planting programs from ending as one-day ceremonial activities. This community

service program aimed to improve stakeholder understanding, conduct mangrove planting and replanting, map pentahelix actor contributions, and formulate a post-planting maintenance framework in Peunaga Cut Ujong Village, Meureubo District, West Aceh Regency. The program was implemented on 8 June 2026 through site assessment, stakeholder coordination, environmental education, planting practice, evaluation, and follow-up planning. A total of 100 participants represented academia, government, business, community, and media. Educational evaluation used pre- and post-tests completed by 25 purposively selected respondents, with five respondents from each pentahelix element. Five hundred *Rhizophora apiculata* seedlings were used for planting in unvegetated areas and replacing seedlings lost from earlier interventions. The aggregate understanding score increased from 57% to 92%, a gain of 35 percentage points. Role mapping showed that academia led initiation, education, and evaluation; government provided seedlings, legitimacy, and technical coordination; communities contributed site-based knowledge and field implementation; media documented and disseminated the activity; while the business sector's post-planting contribution remained insufficiently documented. The program generated measurable educational and operational outputs and an initial governance framework covering role allocation, plot inventory, local responsibility, reporting channels, and monitoring at months 1, 3, 6, and 12. Ecological success cannot yet be concluded without seedling survival and growth data.

Keywords: Coastal Rehabilitation, Environmental Education, Governance, Mangrove, Pentahelix.

1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan ekosistem peralihan darat-laut yang menyediakan jasa perlindungan pantai, penstabilan sedimen, habitat biota, sumber penghidupan, dan penyimpanan karbon. Struktur perakarannya meredam energi gelombang serta menyediakan ruang asuhan bagi ikan, udang, kepiting, moluska, dan organisme pesisir lain (Barbier et al., 2011). Cadangan karbon mangrove tersimpan pada biomassa dan terutama sedimen, sehingga kehilangan tegakan dapat meningkatkan emisi dan mengurangi kapasitas adaptasi kawasan pesisir (Alongi, 2014). Dalam konteks Indonesia, konservasi dan restorasi mangrove berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim, tetapi keberhasilannya dipengaruhi oleh perlindungan kawasan, kesesuaian ekologis, dan kualitas tata kelola ((Arifanti, Kauffman, et al., 2022; Arifanti, Sidik, et al., 2022)).

Besarnya manfaat tersebut tidak menjamin keberhasilan rehabilitasi. Program penanaman sering menempatkan jumlah bibit sebagai indikator utama, padahal pemulihan ditentukan oleh hidrologi, elevasi, frekuensi genangan, salinitas, substrat, energi gelombang, pemilihan jenis, kualitas bibit, dan gangguan antropogenik. (Lewis et al., 2019) menekankan bahwa rehabilitasi harus diawali dengan diagnosis penyebab degradasi dan pemulihan proses ekologis, sedangkan (Primavera & Esteban, 2008) menunjukkan bahwa ketidaksesuaian jenis, lokasi, dan teknik tanam merupakan penyebab berulang kegagalan rehabilitasi. Oleh karena itu, jumlah bibit tertanam merupakan keluaran operasional, bukan bukti langsung keberhasilan ekologis.

Persoalan rehabilitasi juga bersifat kelembagaan. Pengelolaan mangrove di Indonesia menghadapi tumpang tindih kewenangan, ketidakjelasan tanggung jawab, keterbatasan koordinasi, dan lemahnya kesinambungan pemantauan (Mursyid et al., 2021). Ketika kegiatan hanya memobilisasi peserta pada hari penanaman, tanggung jawab terhadap bibit setelah kegiatan cenderung tidak jelas. Tata kelola diperlukan untuk menghubungkan keputusan teknis dengan pembagian peran, sumber daya, kanal komunikasi, pemeliharaan, dan evaluasi yang dapat ditelusuri.

Gampong Peunaga Cut Ujong, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, telah menjadi lokasi kegiatan dan kajian mangrove. Kegiatan sebelumnya menggunakan *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* untuk memperkuat vegetasi pesisir (Lisdayanti, Najmi, Rahmawati, Hasdanita, et al., 2024). Penelitian lokal menunjukkan bahwa pertumbuhan dan kelangsungan hidup bibit dipengaruhi oleh fluktuasi salinitas serta dominasi substrat berpasir (Lisdayanti, Najmi, Rahmawati, & Hermawan, 2024). Persepsi masyarakat terhadap keberadaan mangrove dilaporkan sangat baik dengan partisipasi yang tinggi (Najmi et al., 2024). Temuan tersebut menunjukkan adanya modal sosial dan pengalaman lokal, tetapi belum otomatis menjamin tersedianya mekanisme pemeliharaan yang terstruktur.

Kondisi lapangan menuntut pengelolaan yang adaptif. Area intervensi memiliki substrat dominan berpasir, mengalami perubahan genangan pasang, dan dilalui ternak kerbau yang berpotensi menginjak atau merobohkan bibit. Persoalan tersebut tidak cukup dijawab melalui teknik penanaman, karena perlindungan bibit membutuhkan kesepakatan dengan masyarakat, koordinasi pemerintah, dukungan sarana, pengawasan rutin, serta sistem pelaporan ketika kerusakan terjadi. Dengan demikian, tantangan ekologis berhubungan langsung dengan kapasitas tata kelola lokal.

Pendekatan pentaheliks mempertemukan akademisi, pemerintah, dunia usaha, masyarakat, dan media dalam tujuan bersama. Setiap unsur memiliki kewenangan dan sumber daya berbeda: akademisi menyediakan pengetahuan dan evaluasi; pemerintah memberi legitimasi dan koordinasi; dunia usaha berpotensi mendukung sumber daya; masyarakat membawa pengetahuan substrat dan akses harian; sedangkan media menguatkan edukasi publik dan akuntabilitas. Namun, kehadiran lima unsur belum identik dengan kolaborasi. Kualitas pentaheliks perlu dibaca melalui koordinasi, partisipasi, kontribusi sumber daya, pembagian tanggung jawab, serta kesinambungan peran (Hak Bai'ul et al., 2025; Haslianti et al., 2026; Sukri et al., 2023).

Kegiatan pengabdian ini menempatkan edukasi dan penanaman sebagai instrumen untuk membangun tata kelola, bukan sebagai tujuan akhir yang berdiri sendiri. Kebaruannya terletak pada integrasi empat keluaran dalam satu kerangka: perubahan pemahaman peserta, pelaksanaan penanaman dan penyulaman berbasis kondisi substrat, pemetaan kontribusi nyata aktor pentaheliks, serta rancangan monitoring pascatanam. Kegiatan bertujuan: (1) meningkatkan pemahaman pemangku kepentingan mengenai fungsi, rehabilitasi, dan tata kelola mangrove; (2) melaksanakan penanaman dan penyulaman 500 bibit *Rhizophora apiculata*; (3) mengidentifikasi kontribusi lima unsur pentaheliks; dan (4) merumuskan mekanisme pemeliharaan dan monitoring yang dapat mendukung keberlanjutan pengelolaan.

2. MASALAH DAN RUMUSAN PERTANYAAN

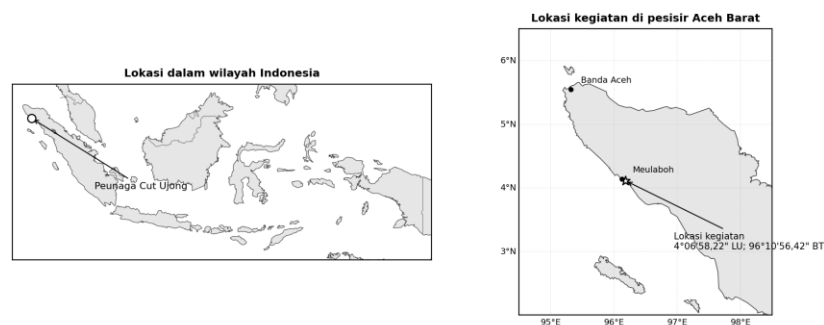
Identifikasi masalah dilakukan melalui peninjauan lapangan pada 4 Juni 2026, koordinasi dengan pemangku kepentingan, telaah dokumentasi kegiatan sebelumnya, serta pengukuran awal sebelum edukasi. Proses ini diarahkan untuk memahami kebutuhan mitra pada aspek biofisik, pengetahuan, kelembagaan, gangguan eksternal, dan kesiapan pemeliharaan.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa masalah utama mitra bukan hanya keterbatasan vegetasi, melainkan belum terhubungnya kegiatan penanaman dengan sistem pengelolaan pascatanam. Skor awal sebesar 57% menunjukkan ruang penguatan pemahaman mengenai fungsi ekologis, kesesuaian jenis substrat, teknik penanaman, pemeliharaan, peran aktor, dan kontribusi terhadap SDGs. Area intervensi seluas sekitar 140 m² berada pada koordinat 4°06'58,22" LU dan 96°10'56,42" BT, didominasi substrat berpasir, memiliki salinitas terukur 0,19-1,09‰, serta tinggi genangan pasang 40-50 cm pada saat observasi. Aktivitas ternak kerbau menjadi gangguan yang berpotensi merusak ketegakan bibit.

Pada sisi kelembagaan, kelima unsur pentaheliks telah hadir, tetapi kontribusi dan tanggung jawabnya tidak sama kuat pada setiap tahap. Akademisi dan pemerintah memiliki peran yang relatif jelas pada tahap persiapan dan pelaksanaan, masyarakat memiliki pengetahuan lingkungan dan akses harian, media aktif pada dokumentasi, sedangkan dukungan dunia usaha dan pembagian tanggung jawab pascatanam belum terdokumentasi secara rinci. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan inventarisasi petak, penanggung jawab lokal, jadwal monitoring, format pencatatan, kanal pelaporan, dan prosedur tindakan korektif.

Berdasarkan identifikasi tersebut, rumusan pertanyaan kegiatan adalah sebagai berikut:

- 1) Sejauh mana edukasi lingkungan meningkatkan pemahaman pemangku kepentingan mengenai fungsi ekologis, rehabilitasi, pemeliharaan, dan tata kelola mangrove?
- 2) Bagaimana penanaman dan penyulaman *Rhizophora apiculata* dilaksanakan dengan mempertimbangkan kondisi biofisik dan gangguan lokal?
- 3) Bagaimana kontribusi masing-masing unsur pentaheliks terbentuk dalam pelaksanaan rehabilitasi mangrove?
- 4) Mekanisme tata kelola pascatanam apa yang diperlukan untuk menjamin pembagian tanggung jawab, monitoring, pelaporan gangguan, dan Tindakan korektif secara berkelanjutan?



Gambar 1. Lokasi kegiatan pengabdian dan area intervensi mangrove di Gampong Peunaga Cut Ujong

3. KAJIAN PUSTAKA

a) Tata Kelola dan Rehabilitasi Mangrove Berbasis Lingkungan

Rehabilitasi mangrove merupakan proses pemulihan fungsi ekosistem yang harus disusun berdasarkan kondisi lingkungan. Diagnosis hidrologi, elevasi, frekuensi genangan, salinitas, substrat, propagul alami, dan penyebab degradasi diperlukan sebelum menetapkan penanaman sebagai intervensi (Lewis et al., 2019). Penanaman yang mengabaikan zonasi jenis dan dinamika pasang dapat menghasilkan tingkat kematian tinggi meskipun jumlah bibit awal besar (Primavera & Esteban, 2008). Oleh sebab itu, keberhasilan perlu dibedakan menjadi keberhasilan operasional, berupa terlaksananya kegiatan, dan keberhasilan ekologis, berupa kelangsungan hidup, pertumbuhan, serta pemulihan fungsi habitat.

Monitoring adalah bagian dari tata kelola, bukan pekerjaan teknis yang berdiri sendiri. Data minimum mencakup jumlah bibit hidup, mati, hilang, atau roboh; tinggi tanaman; jumlah dan kondisi daun; keadaan batang dan akar; penggunaan ajir; serta gangguan sampah, ternak, arus, dan perubahan substrat. Akram et al. (2023) menekankan bahwa pengelolaan mangrove memerlukan pengamatan berulang terhadap kesehatan tegakan dan sumber tekanan. Data tersebut memungkinkan para pihak menentukan apakah diperlukan penyulaman, perlindungan tambahan, atau perubahan teknik.

Pengelolaan berbasis masyarakat dapat memperkuat konservasi ketika komunitas memperoleh ruang dalam pengambilan keputusan, pengawasan, dan pemanfaatan manfaat lokal. Aheto et al. (2016) dan Damastuti & de Groot (2017) menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat menjadi lebih bermakna ketika disertai kewenangan, insentif, dan kejelasan tanggung jawab. Persepsi positif penting sebagai modal, tetapi perlu diterjemahkan menjadi perilaku dan mekanisme kerja yang dapat dipertanggungjawabkan.

b) Pentaheliks dalam Pengelolaan Pesisir

Model pentaheliks mengintegrasikan pemerintah, akademisi, dunia usaha, masyarakat, dan media. Kontribusi lima aktor bersifat saling melengkapi: pemerintah menyediakan kebijakan dan legitimasi; akademisi menghasilkan dasar ilmiah dan evaluasi; dunia usaha berpotensi menyediakan pembiayaan, alat, atau logistik; masyarakat menguasai pengetahuan lingkungan serta pengawasan harian; dan media menyediakan komunikasi publik. Hak Bai'ul et al. (2025) menempatkan kombinasi kelima unsur sebagai kerangka yang dapat memperkuat konservasi mangrove melalui integrasi kebijakan, pengetahuan, sumber daya ekonomi, partisipasi lokal, dan komunikasi.

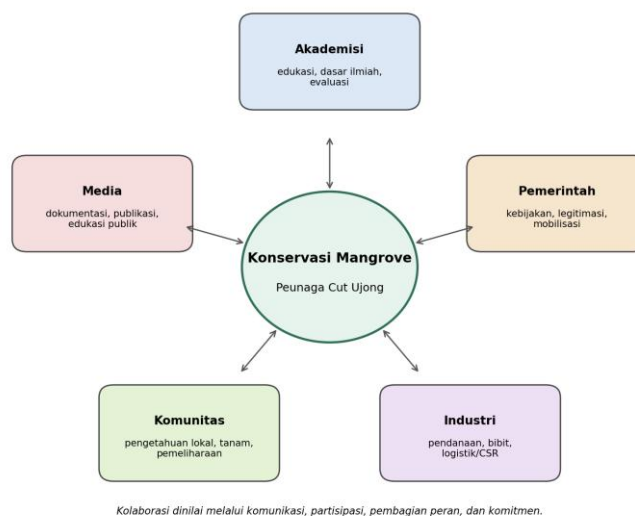
Efektivitas pentaheliks tidak dapat diukur hanya dari daftar lembaga yang hadir. Sukri et al. (2023) menguraikan kemitraan melalui proses koordinasi, kolaborasi, partisipasi, dan bantuan timbal balik. Martínez-Espinosa et al. (2020) juga menunjukkan bahwa pengelolaan mangrove kolaboratif perlu mengakomodasi perspektif pemangku kepentingan lokal. Dalam artikel pengabdian, analisis pentaheliks karena itu perlu memisahkan kehadiran institusional, kontribusi yang dapat diverifikasi, dan komitmen yang masih berupa rencana.

Relasi kuasa menjadi perhatian penting. Aktor yang memiliki anggaran atau kewenangan formal dapat mendominasi keputusan, sedangkan masyarakat menanggung konsekuensi jangka panjang dari kegagalan program. Pengetahuan lokal mengenai pasang, arus, jalur ternak, sampah, dan akses lokasi perlu dipertemukan dengan bukti ilmiah. Media juga tidak cukup hanya meliput seremoni; publikasi hasil monitoring dapat memperkuat transparansi dan mendorong respons aktor lain. Partisipasi sektor usaha dalam kegiatan lingkungan pun lebih berkelanjutan ketika manfaat, kebutuhan lapangan, dan bentuk dukungan dirumuskan secara jelas (Sattayapanich et al., 2022).

c) Pengabdian kepada Masyarakat dan Kontribusi terhadap SDGs

Pengabdian kepada masyarakat yang berorientasi pada pemberdayaan menggabungkan transfer pengetahuan, praktik, refleksi, pembagian peran, dan tindak lanjut. Perubahan skor pengetahuan merupakan hasil awal, tetapi tidak otomatis menunjukkan perubahan perilaku atau keberhasilan konservasi. Hasil kegiatan perlu dibaca pada beberapa tingkat: keluaran edukatif, keluaran operasional, hasil kelembagaan, dan hasil ekologis. Perbedaan tersebut mencegah klaim yang melampaui data.

Kegiatan mangrove dapat berkontribusi pada SDG 13 melalui edukasi dan penguatan kapasitas, SDG 14 melalui perlindungan ekosistem pesisir (Yulianti & Yuniati, 2025), SDG 15 melalui rehabilitasi vegetasi, serta SDG 17 melalui kemitraan multipihak (Nations, 2015). Namun, kontribusi tingkat lokal harus ditunjukkan dengan indikator yang dapat diverifikasi. Sasmito et al. (2023) menegaskan bahwa peluang restorasi mangrove untuk mendukung SDGs bergantung pada kesesuaian ekologis, kualitas tata kelola, dan keberlanjutan monitoring. Penanaman tidak dapat langsung disamakan dengan pemulihan habitat atau penyerapan karbon.



Gambar 2. Kerangka hubungan aktor pentaheliks dalam tata kelola mangrove Peunaga Cut Ujong

4. METODE

a) Lokasi, Waktu, dan Peserta

Kegiatan dilaksanakan di kawasan pesisir Gampong Peunaga Cut Ujong, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, pada Senin, 8 Juni 2026. Peninjauan lokasi dilakukan pada 4 Juni 2026 untuk menilai akses, kondisi lingkungan, vegetasi sebelumnya, kebutuhan logistik, dan potensi gangguan. Area intervensi sekitar 140 m², dengan substrat dominan berpasir, salinitas terukur 0,19-1,09‰, serta tinggi genangan pasang 40-50 cm pada saat observasi. Data tersebut merupakan gambaran kondisi saat pengukuran dan tidak dimaksudkan mewakili seluruh variasi musim atau siklus pasang.

Kegiatan melibatkan 100 peserta. Unsur akademisi terdiri atas mahasiswa, dosen, dan tenaga kependidikan; pemerintah berasal dari instansi teknis; dunia usaha diwakili PT Mifa Bersaudara; komunitas berasal dari masyarakat Peunaga Cut Ujong dan kelompok pemuda; sedangkan media meliputi humas perguruan tinggi dan media lokal. Komposisi peserta disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi peserta kegiatan

Kelompok peserta	Jumlah	Persentase
Mahasiswa	50	50%
Dosen dan tenaga kependidikan	20	20%
Pemerintah	15	15%
Dunia usaha	5	5%
Masyarakat	5	5%
Media	5	5%
Total	100	100%

b) Pendekatan dan Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif. Aktor dilibatkan sesuai kapasitasnya dalam empat tahap, yaitu identifikasi dan koordinasi, edukasi lingkungan, penanaman dan penyulaman, serta evaluasi dan tindak lanjut. Pendekatan ini digunakan untuk mempertemukan bukti ilmiah dengan pengetahuan lokal serta untuk menilai apakah keterlibatan lima unsur berkembang menjadi pembagian peran yang nyata.



Pendekatan partisipatif: perencanaan bersama, aksi kolektif, dan refleksi berbasis data.

Gambar 3. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat

1) Identifikasi dan koordinasi. Tim melakukan observasi kondisi lahan, koordinasi dengan institusi dan masyarakat, penyiapan bibit dan logistik, penyusunan materi edukasi, serta penentuan mekanisme dokumentasi. Informasi mengenai pasang, akses, vegetasi lama, dan gangguan ternak diperoleh dari pengamatan serta komunikasi dengan masyarakat setempat.

2) Edukasi lingkungan. Sesi selama dua jam memuat fungsi ekologis dan sosial-ekonomi mangrove, abrasi, biodiversitas, perubahan iklim, prinsip rehabilitasi, pemeliharaan, SDGs, dan peran pentaheliks. Metode terdiri atas pemaparan, diskusi, dan demonstrasi teknis. Pre-test dilakukan sebelum edukasi dan *post-test* segera setelah sesi selesai.

3) Penanaman dan penyulaman. Sebanyak 500 bibit *Rhizophora apiculata* digunakan untuk dua kebutuhan: penanaman pada bagian lahan yang belum bervegetasi dan penyulaman pada titik program sebelumnya yang bibitnya mati, hilang, roboh, atau rusak. Pada bagian lahan baru, jarak antarbibit sekitar 1 m; penyulaman mengikuti pola yang telah ada. Dengan demikian, luas 140 m² merupakan area intervensi, bukan lahan baru yang seluruhnya diisi 500 bibit. Peserta memperoleh demonstrasi pemindahan bibit, penempatan tegak, pemadatan substrat, dan penggunaan ajir pada titik rentan.

4) Evaluasi dan tindak lanjut. Evaluasi mencakup perubahan skor edukasi, keluaran penanaman, pemetaan kontribusi aktor, dan penyusunan kebutuhan monitoring. Rencana monitoring dirumuskan untuk bulan ke-1, ke-3, ke-6, dan ke-12 dengan indikator kelangsungan hidup, pertumbuhan, kondisi fisik, serta gangguan lingkungan.

c) Instrumen dan Teknik Evaluasi

Evaluasi edukasi dilakukan terhadap 25 responden yang dipilih secara purposif dengan kuota seimbang, yaitu lima orang dari masing-masing unsur pentaheliks. Responden harus mengikuti sesi edukasi serta menyelesaikan *pre-test* dan *post-test* secara lengkap. Pemilihan kuota seimbang bertujuan menjamin keterwakilan perspektif lima unsur, bukan menghasilkan sampel yang proporsional terhadap jumlah peserta. Karena itu, hasil menggambarkan responden evaluasi dan tidak digeneralisasikan kepada seluruh populasi pemangku kepentingan.

Instrumen evaluasi terdiri atas 20 butir yang disusun berdasarkan materi kegiatan, meliputi fungsi mangrove, ancaman pesisir, prinsip penanaman dan pemeliharaan, peran pentaheliks, dan keterkaitan dengan SDGs. Skor dihitung sebagai persentase jawaban benar. Instrumen digunakan sebagai evaluasi program dan belum dimaksudkan sebagai alat ukur psikometrik terstandar.

Pemetaan aktor dilakukan melalui observasi, dokumentasi, notulensi, publikasi institusi dan media, serta wawancara singkat dengan pihak yang terlibat. Data dikelompokkan berdasarkan tahap sebelum kegiatan, saat kegiatan, dan kebutuhan pascatanam. Kontribusi hanya dinyatakan telah terlaksana apabila didukung dokumentasi atau keterangan yang dapat diverifikasi; komitmen yang belum formal ditempatkan sebagai kebutuhan penguatan.

Tabel 2. Indikator dan teknik evaluasi kegiatan

Aspek	Indikator	Sumber data	Waktu	Analisis
Edukasi	Skor pemahaman terhadap fungsi, rehabilitasi, pentaheliks, dan SDGs	Pre-test dan post-test 20 butir	Sebelum dan sesudah edukasi	Perbandingan skor agregat
Tata kelola	Peran, kontribusi, koordinasi, dan kebutuhan tindak lanjut	Observasi, dokumen, wawancara singkat	Sebelum, saat, dan setelah kegiatan	Analisis deskriptif-tematik
Penanaman	Jumlah, jenis, jarak, ketegakan, ajir, dan kondisi lingkungan	Lembar observasi dan dokumentasi	Saat penanaman	Deskripsi keluaran operasional
Keberlanjutan	Petak, penanggung jawab, jadwal, kanal laporan, dan tindakan korektif	Rancangan kerja tindak lanjut	Akhir kegiatan	Penilaian kelengkapan mekanisme
Ekologis	Bibit hidup/mati/hilang, pertumbuhan, kondisi batang-daun, dan gangguan	Lembar monitoring dan foto titik tetap	Bulan ke-1, 3, 6, dan 12	Tingkat kelangsungan hidup dan perubahan kondisi

d) Analisis Data

Data edukasi dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan skor agregat sebelum dan sesudah edukasi. Perubahan dinyatakan dalam poin persentase. Uji inferensial tidak digunakan karena artikel ini berfokus pada evaluasi program dan data yang tersedia dalam naskah berupa skor agregat.

Data pentaheliks dianalisis melalui lima aspek: kontribusi yang dapat diverifikasi, kejelasan peran, partisipasi, komitmen pascatanam, dan transparansi informasi. Data teknis digunakan untuk mendeskripsikan keluaran penanaman. Keberhasilan ekologis belum dianalisis karena monitoring pascatanam belum tersedia pada saat artikel disusun. Pada tahap monitoring, tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan membagi

jumlah bibit hidup dengan jumlah bibit awal pada setiap petak, kemudian dikalikan 100%.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Kegiatan terlaksana dengan melibatkan lima unsur pentaheliks. Dari 100 peserta, 70 orang berasal dari unsur akademisi, 15 orang dari pemerintah, dan masing-masing lima orang dari dunia usaha, masyarakat, serta media. Sebanyak 25 peserta menyelesaikan *pre-test* dan *post-test* secara lengkap, masing-masing lima responden dari setiap unsur. Kuota evaluasi yang seimbang memberi ruang keterwakilan aktor, tetapi tidak digunakan untuk membandingkan skor antarunsur.

Edukasi menghasilkan peningkatan skor agregat dari 57% menjadi 92%. Perubahan sebesar 35 poin persentase menunjukkan adanya peningkatan pemahaman segera setelah intervensi. Karena pengukuran dilakukan langsung setelah sesi, hasil ini dibaca sebagai keluaran kognitif jangka pendek dan belum menunjukkan retensi pengetahuan atau perubahan perilaku.

Pelaksanaan penanaman dan penyulaman menggunakan 500 bibit *Rhizophora apiculata*. Bibit ditempatkan pada area yang belum bervegetasi dan titik kosong dari penanaman sebelumnya. Teknik lapangan menyesuaikan substrat berpasir dan genangan saat kegiatan, sedangkan ajir digunakan pada titik yang dinilai rentan. Gangguan ternak kerbau tetap menjadi risiko utama yang memerlukan pengamanan berbasis kesepakatan lokal.

Tabel 3. Hasil evaluasi edukasi

Indikator	Pre-test	Post-test	Perubahan	Interpretasi
Skor pemahaman agregat	57%	92%	+35 poin persentase	Peningkatan segera setelah edukasi
Jumlah responden lengkap	25 orang	25 orang	—	Lima responden dari setiap unsur pentaheliks

Pemetaan kontribusi menunjukkan distribusi peran yang belum sepenuhnya seimbang. Akademisi dan pemerintah memiliki kontribusi paling jelas pada tahap persiapan dan pelaksanaan. Masyarakat berperan penting sebagai sumber pengetahuan lingkungan dan pelaksana lapangan. Media menyediakan dokumentasi serta diseminasi, sedangkan kontribusi sumber daya dunia usaha dan pembagian tanggung jawab pascatanam belum terdokumentasi secara rinci. Ringkasan hasil pemetaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kontribusi aktor pentaheliks dan kebutuhan penguatan

Aktor	Kontribusi terverifikasi	Tahap dominan	Kesenjangan	Kebutuhan penguatan
Akademisi	Inisiasi, koordinasi, edukasi, demonstrasi teknis, dokumentasi, dan evaluasi	Persiapan dan pelaksanaan	Basis data bibit dan monitoring belum berjalan	Sekretariat data, instrumen monitoring, dan analisis tindak lanjut
Pemerintah	Dukungan bibit, legitimasi, arahan sektoral, dan koordinasi teknis	Persiapan dan pelaksanaan	PIC teknis dan komitmen pascatanam belum formal	Rencana kerja, dukungan monitoring, dan keputusan penyulaman
Dunia usaha	Kehadiran sebagai mitra kolaborasi lintas sektor	Pelaksanaan	Bentuk dukungan sumber daya belum rinci	CSR berbasis kebutuhan perlindungan, monitoring, atau penyulaman
Masyarakat	Informasi lingkungan, penanaman, penyulaman, dan dukungan lapangan	Pelaksanaan	Mandat pengawasan dan PIC lokal belum ditetapkan	Pembagian petak, laporan gangguan, dan perlindungan bibit
Media	Dokumentasi, publikasi, wawancara, dan edukasi publik	Pelaksanaan	Peliputan pascatanam belum tersedia	Publikasi perkembangan, kendala, dan tindakan korektif

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kegiatan menghasilkan rancangan awal tata kelola pascatanam. Rancangan ini belum merupakan perjanjian kelembagaan final, tetapi menjadi struktur minimum yang perlu disepakati untuk mengubah jejaring kehadiran menjadi jejaring kerja. Komponen utama disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Mekanisme Tata Kelola Pascatanam

Komponen	Pengaturan yang diusulkan	Penanggung jawab utama	Bukti pelaksanaan
Inventarisasi petak	Kode petak, koordinat, jumlah bibit awal, foto titik tetap, dan kondisi awal	Akademisi bersama masyarakat	Basis data petak dan lembar awal
Pengawasan rutin	Pembagian area kepada petugas lokal dan pemeriksaan setelah pasang atau gangguan ternak	Masyarakat/kelompok pemuda	Catatan tanggal, kondisi, dan foto
Monitoring berkala	Pengamatan bulan ke-1, 3, 6, dan 12	Tim gabungan akademisi, pemerintah, dan masyarakat	Formulir monitoring serta rekap kelangsungan hidup
Pelaporan gangguan	Kanal komunikasi untuk bibit roboh, hilang, rusak, sampah, atau ternak	PIC lokal dan koordinator program	Pesan laporan, foto, dan tindak lanjut
Tindakan korektif	Penegakan ulang, penggantian ajir, perlindungan area, atau penyulaman selektif	Pemerintah, masyarakat, akademisi, dan mitra sumber daya	Berita acara tindakan dan perubahan kondisi
Akuntabilitas publik	Penyampaian hasil monitoring, kendala, dan perbaikan	Media dan humas	Publikasi berkala berbasis data

b. Pembahasan

1) Edukasi sebagai dasar pembentukan tata kelola

Peningkatan skor dari 57% menjadi 92% menunjukkan bahwa kombinasi pemaparan, diskusi, dan demonstrasi dapat memperbaiki pemahaman peserta dalam jangka pendek. Materi dikaitkan dengan masalah nyata, seperti substrat berpasir, genangan, penyulaman, dan gangguan ternak, sehingga peserta tidak menerima informasi secara abstrak. Dalam kerangka pengabdian, hasil ini penting karena kesamaan pemahaman menjadi prasyarat koordinasi antarpihak.

Namun, peningkatan skor tidak boleh ditafsirkan sebagai bukti perubahan perilaku atau efektivitas ekologis. Pengetahuan baru akan berkontribusi pada tata kelola apabila diterjemahkan menjadi kesediaan memantau, kemampuan mengenali kerusakan, disiplin pencatatan, dan keterlibatan dalam keputusan perbaikan. Temuan Sattayapanich et al. (2022) menunjukkan bahwa partisipasi dalam program lingkungan dipengaruhi oleh kepercayaan, manfaat yang

dirasakan, dan kualitas proses keterlibatan. Dengan demikian, tindak lanjut yang transparan lebih penting daripada hanya mempertahankan skor pascaedukasi.

Evaluasi memiliki keterbatasan. Responden dipilih secara purposif dengan kuota seimbang dan pengukuran dilakukan segera setelah sesi. Hasil tidak dapat digeneralisasikan kepada seluruh peserta atau masyarakat. Selain itu, tidak tersedia data per butir dan pengukuran retensi. Studi lanjutan perlu mempertahankan identitas kode responden, menganalisis perubahan per indikator, dan mengulang pengukuran setelah beberapa bulan.

2) Penanaman berbasis kondisi lingkungan dan batas keberhasilan ekologis

Penggunaan 500 bibit untuk penanaman dan penyulaman menghindari interpretasi bahwa seluruh bibit ditempatkan sebagai tegakan baru pada lahan 140 m². Penjelasan ini penting karena kepadatan tidak dapat dihitung hanya dengan membagi jumlah bibit terhadap luas area intervensi. Pada bagian lahan baru, jarak sekitar 1 m diterapkan, sedangkan penyulaman mengikuti titik kosong yang sudah terbentuk. Pendekatan tersebut lebih sesuai dengan kebutuhan lapangan dibandingkan penanaman seragam tanpa memperhatikan vegetasi sebelumnya.

Kondisi salinitas, substrat, dan genangan yang dicatat merupakan dasar awal, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan kesesuaian lingkungan sepanjang tahun. Lisdayanti et al. (2024) menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit di Peunaga Cut Ujong dipengaruhi oleh fluktuasi salinitas dan substrat berpasir. Lewis et al. (2019) menekankan bahwa data hidrologi berulang lebih penting daripada pengukuran sesaat. Oleh karena itu, monitoring perlu mencatat perubahan pasang, erosi atau sedimentasi, serta gangguan fisik untuk menjelaskan penyebab bibit hidup atau mati.

Aktivitas ternak memperlihatkan bahwa persoalan teknis memerlukan solusi kelembagaan. Ajir dapat membantu menjaga ketegakan, tetapi tidak sepenuhnya mencegah injakan. Perlindungan efektif membutuhkan pemetaan jalur ternak, komunikasi dengan pemilik, pengaturan akses, dan penanggung jawab yang dapat merespons laporan. Keberhasilan ekologis baru dapat dinilai setelah tersedia data tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Sikap membatasi klaim ini sejalan dengan prinsip rehabilitasi yang membedakan keluaran penanaman dari pemulihan ekosistem (Akram et al., 2023; Primavera & Esteban, 2008).

3) Kontribusi aktor pentaheliks dan kualitas kolaborasi

Pemetaan menunjukkan bahwa kolaborasi berada pada tahap implementasi awal. Kelima unsur hadir, tetapi kedalaman kontribusinya berbeda. Akademisi bertindak sebagai penggerak utama dengan menghubungkan pengetahuan, koordinasi, pelaksanaan, dan evaluasi. Peran tersebut menghasilkan keluaran terukur, tetapi berisiko menjadikan program terlalu bergantung pada perguruan tinggi apabila pengelolaan data dan monitoring tidak dialihkan menjadi tanggung jawab bersama.

Pemerintah memberi legitimasi, bibit, dan koordinasi teknis. Kontribusi ini penting karena pengelolaan pesisir berkaitan dengan kewenangan dan program sektoral. Mursyid et al. (2021) menunjukkan bahwa masalah tata kelola mangrove sering muncul pada koordinasi dan pembagian kewenangan. Karena itu, tahap berikutnya perlu menetapkan PIC teknis, mekanisme pelaporan, dan prosedur keputusan ketika diperlukan penyulaman atau perlindungan tambahan.

Masyarakat memiliki posisi strategis karena berinteraksi langsung dengan lokasi dan mengetahui perubahan pasang, jalur ternak, sampah, serta akses harian. Peran ini tidak boleh dibatasi sebagai tenaga penanaman. Damastuti & de Groot (2017) serta Aheto et al. (2016) menegaskan bahwa pengelolaan berbasis masyarakat lebih berkelanjutan ketika komunitas memiliki ruang pengambilan keputusan dan tanggung jawab yang jelas. Pembagian petak pengawasan dan mandat pelaporan dapat menjadi bentuk konkret penguatan posisi masyarakat.

Dunia usaha telah hadir sebagai mitra, tetapi dukungan sumber daya pascatanam belum terdokumentasi secara rinci. Temuan ini perlu disampaikan sebagai kesenjangan, bukan ditutupi dengan klaim umum mengenai CSR. Dukungan yang relevan dapat diarahkan pada sarana perlindungan, transportasi monitoring, alat pencatatan, atau bibit penyulaman berdasarkan hasil evaluasi. Media telah menjalankan dokumentasi dan diseminasi; perannya dapat diperluas dengan melaporkan hasil monitoring, sehingga akuntabilitas tidak berhenti pada jumlah bibit yang ditanam.

Hasil tersebut menguatkan pandangan Hak Bai'ul et al. (2025) dan Sukri et al. (2023) bahwa pentaheliks efektif apabila hubungan antaraktor menghasilkan koordinasi, partisipasi, dukungan, dan pembagian tanggung jawab. Dalam kasus Peunaga Cut Ujong, kekuatan kolaborasi terletak pada kelengkapan aktor dan kemampuan mobilisasi, sedangkan kelemahannya terletak pada belum formalnya peran pascatanam dan kontribusi sumber daya. Dengan demikian, ukuran keberhasilan pentaheliks bukan banyaknya logo lembaga, tetapi kesinambungan fungsi setelah kegiatan selesai.

4) Tata kelola pascatanam sebagai hasil kelembagaan awal

Rancangan pada Tabel 5 menempatkan monitoring sebagai proses belajar bersama. Masyarakat mengamati kondisi harian, akademisi mengelola data, pemerintah memberikan arahan teknis dan keputusan, dunia usaha mendukung kebutuhan sumber daya, sedangkan media menyampaikan perkembangan. Pembagian tersebut menghubungkan kapasitas setiap aktor dengan satu alur kerja, mulai dari pengamatan, pelaporan, verifikasi, keputusan, hingga tindakan korektif.

Inventarisasi petak merupakan syarat dasar. Tanpa kode, jumlah awal, koordinat, dan foto titik tetap, angka tingkat kelangsungan hidup tidak dapat diverifikasi. Penanggung jawab lokal juga perlu ditetapkan melalui berita acara atau rencana kerja, bukan hanya kesediaan lisan. Kanal komunikasi harus memiliki aturan sederhana mengenai jenis informasi, batas waktu respons, dan pihak yang mengambil keputusan.

Struktur ini dapat mencegah tanggung jawab tersebar tanpa ada aktor yang benar-benar bertindak.

Jadwal bulan ke-1, ke-3, ke-6, dan ke-12 memberi kombinasi pemantauan awal dan menengah. Monitoring pertama berfungsi mendeteksi bibit roboh atau hilang, sedangkan periode berikutnya menilai kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Hasil pengamatan sebaiknya dibahas dalam forum singkat lintas aktor agar data tidak hanya tersimpan. Penguatan ini sejalan dengan Martínez-Espinoza et al. (2020), yang menekankan pentingnya pengelolaan kolaboratif berdasarkan perspektif dan informasi pemangku kepentingan lokal.

5) Kontribusi terhadap SDGs dan batas klaim

Kegiatan berkontribusi pada SDG 13 melalui edukasi perubahan iklim dan penguatan kapasitas, SDG 14 melalui aksi pada ekosistem pesisir, SDG 15 melalui penanaman dan penyulaman vegetasi, serta SDG 17 melalui kolaborasi multipihak (Agastya et al., 2024; Tiawan et al., 2026). Kontribusi tersebut berada pada tingkat aktivitas, luaran, dan hasil awal. Kegiatan belum mengukur penyerapan karbon, pemulihan habitat, atau peningkatan biodiversitas.

Pembatasan klaim diperlukan agar SDGs tidak digunakan sebagai label. Sasmito et al. (2023) menunjukkan bahwa manfaat restorasi mangrove terhadap agenda pembangunan bergantung pada keberhasilan ekologis dan tata kelola. Karena itu, indikator lanjutan harus mencakup kelangsungan hidup, pertumbuhan, kondisi habitat, kesinambungan peran, dan bukti tindak lanjut. Matriks pada Tabel 6 membedakan bukti yang tersedia dari data yang masih diperlukan.

Tabel 6. Kontribusi kegiatan terhadap SDGs dan batas interpretasi

SDG	Bukti kegiatan	Tingkat kontribusi	Batas klaim dan data lanjutan
SDG 13	Edukasi lingkungan; skor pemahaman meningkat 57% menjadi 92%	Hasil edukatif awal	Belum mengukur retensi pengetahuan, perubahan perilaku, atau karbon
SDG 14	Penanaman dan penyulaman pada kawasan pesisir	Keluaran operasional	Perlu data kelangsungan hidup, gangguan pesisir, dan fungsi habitat
SDG 15	500 bibit <i>R. apiculata</i> digunakan untuk rehabilitasi	Keluaran vegetasi awal	Perlu data petak, pertumbuhan, kesehatan tegakan, dan regenerasi
SDG 17	Lima unsur pentaheliks terlibat dan peran dipetakan	Hasil kelembagaan awal	Perlu perjanjian peran, kontribusi sumber daya, forum, dan laporan bersama

6) Keterbatasan kegiatan

Artikel ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, evaluasi menggunakan sampel purposif dan skor agregat, sehingga tidak tersedia analisis inferensial atau perbandingan antaraktor. Kedua, data salinitas dan genangan merupakan pengukuran pada waktu tertentu, bukan seri temporal. Ketiga, kontribusi aktor diperoleh dari bukti yang tersedia dan belum seluruhnya didukung perjanjian formal. Keempat, hasil ekologis belum tersedia karena monitoring pascatanam belum dilakukan. Keterbatasan tersebut tidak mengurangi nilai luaran awal, tetapi menentukan ruang interpretasi dan agenda tindak lanjut.

6. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian di Peunaga Cut Ujong menunjukkan bahwa edukasi dan penanaman dapat digunakan sebagai pintu masuk untuk membangun tata kelola mangrove berbasis pentaheliks. Skor pemahaman 25 responden meningkat dari 57% menjadi 92%, sedangkan 500 bibit *Rhizophora apiculata* digunakan untuk penanaman pada area yang belum bervegetasi dan penyulaman titik yang kehilangan bibit. Keluaran tersebut menunjukkan keberhasilan edukatif dan operasional, tetapi belum membuktikan keberhasilan ekologis.

Kontribusi aktor belum sepenuhnya seimbang. Akademisi dan pemerintah berperan kuat dalam inisiasi, edukasi, dukungan bibit, dan koordinasi; masyarakat menyediakan pengetahuan lingkungan serta dukungan lapangan; media mengelola dokumentasi dan diseminasi; sementara dukungan dunia usaha serta tanggung jawab pascatanam masih perlu diformalkan. Rancangan tata kelola yang dihasilkan mencakup inventarisasi petak, penetapan penanggung jawab lokal, monitoring bulan ke-1, ke-3, ke-6, dan ke-12, kanal pelaporan, tindakan korektif, dan publikasi perkembangan.

Prioritas program berikutnya sebagai saran adalah melaksanakan monitoring jangka menengah dan panjang terhadap kelangsungan hidup serta pertumbuhan bibit, menguji hubungan antara kondisi biofisik dan keberhasilan rehabilitasi, mengevaluasi keberlanjutan kontribusi aktor pentaheliks, serta mengembangkan indikator pemulihan fungsi ekosistem dan perubahan perilaku masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim menyampaikan terima kasih kepada Universitas Teuku Umar, Forum LPPM BKS PTN Wilayah Barat, UPTD Kesatuan Pengelolaan Hutan Wilayah IV Meulaboh, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Aceh Barat, Dinas Kelautan dan Perikanan, Dinas Pertanian dan Pangan, PT Mifa Bersaudara, masyarakat dan kelompok pemuda Peunaga Cut Ujong, dosen, mahasiswa, tenaga kependidikan, panitia, serta media yang mendukung pelaksanaan kegiatan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Agastya, D. M., Raissilki, M. I., Setiawan, A., Budastra, W. C. G., Rassy, R. P., Dewi, E. S., Sarjan, A. F. N., & Salsabila, F. F. (2024). Mangrove Planting On Cemara Beach For Sustainable Development Goals (Sdgs). *Unram Journal Of Community Service*, 5(4), 492-496. <https://doi.org/10.29303/Ujcs.V5i4.762>
- Aheto, D. W., Kankam, S., Okyere, I., Mensah, E., Osman, A., Jonah, F. E., & Mensah, J. C. (2016). Community-Based Mangrove Forest Management: Implications For Local Livelihoods And Coastal Resource Conservation Along The Volta Estuary Catchment Area Of Ghana. *Ocean & Coastal Management*, 127, 43-54. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.006>
- Akram, H., Hussain, S., Mazumdar, P., Chua, K. O., Butt, T. E., & Harikrishna, J. A. (2023). Mangrove Health: A Review Of Functions, Threats, And Challenges Associated With Mangrove Management Practices. *Forests*, 14(9), 1698. <https://doi.org/10.3390/F14091698>
- Alongi, D. M. (2014). Carbon Cycling And Storage In Mangrove Forests. *Annual Review Of Marine Science*, 6(1), 195-219. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>
- Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Subarno, Ilman, M., Tosiani, A., & Novita, N. (2022). Contributions Of Mangrove Conservation And Restoration To Climate Change Mitigation In Indonesia. *Global Change Biology*, 28(15), 4523-4538. <https://doi.org/10.1111/Gcb.16216>
- Arifanti, V. B., Sidik, F., Mulyanto, B., Susilowati, A., Wahyuni, T., Subarno, S., Yulianti, Y., Yuniarti, N., Aminah, A., Suita, E., Karlina, E., Suharti, S., Pratiwi, P., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Imanuddin, R., Yeny, I., Darwiati, W., ... Novita, N. (2022). Challenges And Strategies For Sustainable Mangrove Management In Indonesia: A Review. *Forests*, 13(5), 695. <https://doi.org/10.3390/F13050695>
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The Value Of Estuarine And Coastal Ecosystem Services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>
- Damastuti, E., & De Groot, R. (2017). Effectiveness Of Community-Based Mangrove Management For Sustainable Resource Use And Livelihood Support: A Case Study Of Four Villages In Central Java, Indonesia. *Journal Of Environmental Management*, 203, 510-521. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.025>
- Hak Bai'ul, M., Nuryadin, R., Furkan, A., Suhardi M, R., & Karthika Suryadina, N. (2025). Mangrove Conservation Model Based On Pentahelix Approach: Lesson Learned From Various Countries. *Journal Of Microbiology Biotechnology And Conservation*, 1(2), 1-12.
- Haslianti, H., Hidayat, H., Purnama, M. F., Oetama, D., Bahtiar, B., Salwiyah, S., Yasidi, F., Sadarun, B., Afu, L. O. A., Ira, I., Abidin, L. O. B., & Patadjai, A. B. (2026). Sinergitas Pentahelix Dalam Rehabilitasi Ekosistem Pesisir: Restorasi Mangrove Berbasis Kolaborasi Akademisi Dan Pemerintah Daerah Di Kecamatan Moramo, Konawe Selatan. *Jurnal Pengabdian Meambo*, 5(2), 489-497. <https://doi.org/10.56742/Jpm.V5i2.285>

- Lewis, R. R., Brown, B. M., & Flynn, L. L. (2019). Methods And Criteria For Successful Mangrove Forest Rehabilitation. In *Coastal Wetlands* (Pp. 863-887). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63893-9.00024-1>
- Lisdayanti, E., Najmi, N., Rahmawati, & Hermawan, E. P. D. (2024). Growth Pattern And Survival Of Mangrove Seedlings On The Coast Of Peunaga Cut Ujong, West Aceh. *Jurnal Sylva Lestari*, 12(3), 634-647. <https://doi.org/10.23960/Jsl.V12i3.894>
- Lisdayanti, E., Najmi, N., Rahmawati, R., Hasdanita, F., & Masrura, D. (2024). Penanaman Mangrove Sebagai Upaya Perluasan Ekosistem Pesisir Di Peunaga Cut Ujong, Aceh Barat. *Jurnal Abdinus: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.29407/Ja.V8i1.21084>
- Najmi, N., Rahmawati, R., & Lisdayanti, E. (2024). Community Perceptions Of The Existence Of Mangrove Ecosystems In Peunaga Cut Ujong Village, Meureubo District. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 6(1), 47-58. <https://doi.org/10.51179/Jipsbp.V6i1.2383>
- Nations, U. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda For Sustainable Development*. United Nations.
- Primavera, J. H., & Esteban, J. M. A. (2008). A Review Of Mangrove Rehabilitation In The Philippines: Successes, Failures And Future Prospects. *Wetlands Ecology And Management*, 16(5), 345-358. <https://doi.org/10.1007/S11273-008-9101-Y>
- Sasmito, S. D., Basyuni, M., Kridalaksana, A., Saragi-Sasmito, M. F., Lovelock, C. E., & Murdiyarso, D. (2023). Challenges And Opportunities For Achieving Sustainable Development Goals Through Restoration Of Indonesia's Mangroves. *Nature Ecology & Evolution*, 7(1), 62-70. <https://doi.org/10.1038/S41559-022-01926-5>
- Sattayapanich, T., Janmaimool, P., & Chontanawat, J. (2022). Factors Affecting Community Participation In Environmental Corporate Social Responsibility Projects: Evidence From Mangrove Forest Management Project. *Journal Of Open Innovation: Technology, Market, And Complexity*, 8(4), 209. <https://doi.org/10.3390/Joitmc8040209>
- Sukri, S., Riskiyani, S., & Syafar, M. (2023). The Pentahelix Partnership Responses During Covid-19 Pandemic In Makassar. *International Journal Of Statistics In Medical Research*, 12, 161-170. <https://doi.org/10.6000/1929-6029.2023.12.20>
- Tiawan, T., Siahaan, J. W. B., Ariesta, E., Siregar, A. M., Surjandy, S., Putra, M. G., Victory, T., Krisnaputri, N. A., Kurniawan, A., & Hakim, D. L. (2026). Executive Movement Mangrove Planting 2026. *Bernas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 1587-1595.
- Yulianti, Y., & Yuniati, A. (2025). Restorasi Penanaman Mangrove Berbasis Masyarakat Dalam Upaya Adaptasi Perubahan Iklim Di Hutan Mangrove Pantai Indah Kapuk. *Journal Of Social Service And Empowerment*, 2(2), 93-100.