

KONSERVASI HABITAT KELELAWAR MELALUI EDUKASI DAN PENANAMAN MANGROVE DI KAWASAN PESISIR

Suhartono^{1*}, Sri Ade Putra², Nurman³, Muhammad Isbahuddin⁴,
Muhammad Agusfartham Ramli⁵

^{1,2,5}Prodi Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

³Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

⁴Prodi Agroekoteknologi, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

suhartono@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Degradasi lahan mangrove mengancam habitat bersarang kelelawar buah, yang diperparah oleh kesenjangan antara pemahaman teoretis dan pengalaman praktis mahasiswa kehutanan. Pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran konservasi flora dan fauna, serta kemampuan teknis mahasiswa dalam menjaga kelestarian ekosistem pesisir. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan experiential learning yang mencakup kegiatan pendidikan lingkungan, observasi ekosistem, serta penanaman mangrove. Peserta kegiatan ini sebanyak 30 mahasiswa dari HIMA Sylva Indonesia (PC) Universitas Sulawesi Barat. Hasil pengabdian menunjukkan adanya peningkatan kapasitas yang nyata dan terukur secara kuantitatif pada para peserta. Berdasarkan hasil evaluasi, rata-rata tingkat kompetensi peserta sebelum kegiatan (*pre-test*) berada pada skor 49 dan mengalami peningkatan substansial menjadi 97,3 setelah menyelesaikan seluruh rangkaian program (*post-test*). Capaian ini menunjukkan peningkatan nilai absolut sebesar 48,3 atau ekuivalen dengan lonjakan persentase kompetensi sebesar 98,60%. Secara spesifik, mahasiswa mengalami peningkatan soft skill berupa kesadaran kritis terhadap perlindungan lingkungan, khususnya kelestarian hutan mangrove sebagai ekosistem satwa liar, serta hard skill teknis dalam praktik silvikultur restorasi mangrove.

Kata Kunci: Mangrove; Kelelawar Buah; Pohon Sarang; Penanaman.

Abstract: The degradation of mangrove land threatens fruit bat nesting habitats, a problem exacerbated by the gap between theoretical understanding and practical experience among forestry students. This community service initiative aims to enhance students' knowledge, raise their awareness of flora and fauna conservation, and improve their technical skills in preserving coastal ecosystems. The implementation method utilised an experiential learning approach, encompassing environmental education activities, ecosystem observation, and mangrove planting. The participants comprised 30 students from HIMA Sylva Indonesia (PC) at the University of West Sulawesi. The results of the community service programme demonstrated a tangible, quantitatively measurable increase in participants' capacity. Based on the evaluation results, the average competency level of participants prior to the programme (*pre-test*) was 49 and increased substantially to 97.3 after completing the programme (*post-test*). This achievement represents an absolute increase of 48.3, equivalent to a 98.60 per cent rise in competency. Specifically, the students demonstrated improvements in soft skills, such as critical awareness of environmental protection—particularly the conservation of mangrove forests as wildlife ecosystems—as well as hard technical skills in the practice of mangrove restoration silviculture.

Keywords: Mangrove; Fruit Bat; Roosting Tree; Planting.



Article History:

Received: 23-06-2026

Revised : 09-07-2026

Accepted: 13-07-2026

Online : 01-08-2026



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Degradasi ekosistem mangrove akibat alih fungsi lahan, eksploitasi berlebihan, dan perubahan iklim tidak hanya meningkatkan risiko erosi dan abrasi pesisir (Goldberg et al., 2020; Dong et al., 2024), tetapi juga mengancam kelangsungan kelelawar buah (*Pteropodidae*) yang berperan penting sebagai polinator dan pemencar biji bagi vegetasi pesisir (Ramirez-Francel et al., 2022), termasuk *Sonneratia* spp. dan *Rhizophora* spp. yang menjadi lokasi tidur (*roosting site*) koloni kelelawar (Zalipah et al., 2020 ; Ramos & Nemenzo-Calica, 2025). Hilangnya tutupan mangrove secara langsung mengurangi ketersediaan habitat bersarang (Thong et al., 2022). Oleh karena itu, edukasi berkelanjutan mengenai ekologi dan konservasi menjadi kebutuhan mendesak secara global untuk membentuk generasi penerus yang mampu merestorasi fungsi biofisik ekosistem serta melindungi biodiversitas satwa pesisir (Yadomaru & Sakurai, 2025). Permasalahan mendasar yang dihadapi mitra kegiatan, yaitu mahasiswa Himpunan Mahasiswa Kehutanan/Sylva Indonesia PC Universitas Sulawesi Barat, adalah kesenjangan antara pemahaman teoretis yang diperoleh di ruang kelas dan pengalaman praktis di lapangan terkait konservasi mangrove dan satwa liar pesisir (Cooke et al., 2021). Mahasiswa selama ini minim wadah untuk melakukan observasi langsung terhadap interaksi kelelawar buah dan habitatnya, serta belum memiliki keterampilan teknis dalam restorasi habitat melalui penanaman mangrove sesuai standar kelestarian (Ritabulan et al., 2024). Padahal, sebagai calon rimbawan, yang mampu menerjemahkan pengetahuan konservasi menjadi aksi nyata di lapangan dan sebagai mahasiswa yang diharapkan menjadi agen perubahan (Ghafur & Alviansyah, 2025).

Berbagai kegiatan pengabdian dan penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa pendidikan lingkungan berbasis pengalaman lapangan efektif meningkatkan pengetahuan dan kesadaran konservasi, bahkan hingga 75% (Rasyid et al., 2023; Fanni Virskya et al., 2025), serta bahwa rehabilitasi mangrove terbukti mampu memulihkan relung ekologis dan menyediakan kembali area bersarang bagi satwa liar (Madroñal & Relox, 2024; Pattinasarany et al., 2023). Namun demikian, pendekatan tersebut umumnya masih terpisah antara komponen edukasi dan aksi restorasi (Arteaga et al., 2023), serta jarang melibatkan mahasiswa secara langsung sebagai pelaku utama dalam satu rangkaian kegiatan terintegrasi, mulai dari pembekalan materi, observasi ekosistem, hingga aksi penanaman. Kesenjangan inilah yang mendasari perlunya model kegiatan pengabdian yang memadukan ketiga tahap tersebut secara berkesinambungan, sejalan dengan amanat Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 120 Tahun 2020 Tentang Badan Restorasi Gambut dan Mangrove yang mendorong partisipasi aktif akademisi dan generasi muda dalam rehabilitasi lingkungan. Kolaborasi antarlembaga dan komunitas mahasiswa sangat penting untuk

membentuk perilaku pro-lingkungan yang mendukung upaya konservasi satwa liar (Qi et al., 2025).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kegiatan ini menawarkan solusi berupa tiga tahap terintegrasi: Pendidikan Lingkungan (pembekalan materi oleh dosen dan MLC Boluno), Pengenalan Ekosistem (observasi lapangan untuk mengidentifikasi habitat, jenis mangrove, dan perilaku kelelawar), serta Aksi Penanaman Mangrove (praktik langsung revitalisasi roosting site dengan pendampingan teknis). Kebaruan kegiatan ini terletak pada keterpaduan ketiga tahap dalam satu program berkesinambungan, yang tidak hanya mentransfer pengetahuan teoretis tetapi juga membekali mahasiswa dengan pengalaman langsung dan keterampilan teknis, sehingga diharapkan mampu menghasilkan rimbawan muda yang adaptif dan solutif serta berkontribusi nyata terhadap pemulihan populasi mamalia penyerbuk di lokasi sasaran.

B. METODE PELAKSANAAN

Pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman langsung (*experiential learning*) digunakan untuk melaksanakan kegiatan pengabdian ini yang diintegrasikan dengan kegiatan kerja sosial lingkungan (Gallop et al., 2023). Pelaksanaan metode dibagi menjadi dua fungsi utama berdasarkan peran aktor pelaksana. Pertama, kegiatan yang diampu oleh dosen dan MLC Baluno mencakup pendidikan lingkungan, pentingnya pelestarian satwa liar, serta pendampingan teknis penanaman dengan prinsip silvikultur di lapangan. Kedua, kegiatan nyata yang dilakukan siswa dalam program penanaman merupakan bentuk bakti rimbawan. Mitra sasaran sekaligus agen pelaksana utama dalam kegiatan ini adalah 30 orang mahasiswa yang tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Kehutanan/Sylva Indonesia Pengurus Cabang (PC) Universitas Sulawesi Barat serta 5 dosen Universitas Sulawesi Barat. Keseluruhan aktivitas dipusatkan di kawasan pesisir Kabupaten Majene yang teridentifikasi mengalami degradasi tutupan kanopi mangrove serta penurunan populasi satwa kunci seperti kelelawar buah.

Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan disusun secara sistematis dalam tiga fase utama. Fase pertama adalah pra-kegiatan yang meliputi tahapan survei lokasi, pengurusan administrasi perizinan, pengadaan bibit mangrove serta perlengkapan lapangan, dan koordinasi materi bersama kolaborator dari MLC Boluno. Fase kedua adalah Kegiatan Utama yang mencakup penyampaian materi dasar (mangrove, satwa liar), observasi alam, hingga intervensi fisik untuk memperbaiki lingkungan. Rangkaian kegiatan utama ini dilaksanakan secara berkesinambungan dengan jadwal kegiatan yang dapat dilihat secara rinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Pelaksanaan Kegiatan Utama Pengabdian

Waktu Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Deskripsi Materi / Aktivitas	Pemateri / Fasilitator
08.00 – 10.00 WITA	Pendidikan Lingkungan	Pemaparan ekologi pesisir, fungsi mangrove, dan status konservasi kelelawar buah	Dosen & Perwakilan MLC Boluno
10.00 – 12.00 WITA	Pengenalan Ekosistem	Observasi langsung (<i>guided tour</i>) kondisi habitat, identifikasi vegetasi, dan jejak mamalia pesisir	Tim Dosen
13.00 – 16.00 WITA	Penanaman Mangrove	Praktik penyiapan bibit, penentuan jarak tanam, dan aksi penanaman di substrat lumpur	Mahasiswa (didampingi Tim Dosen)

Fase ketiga adalah Monitoring dan Evaluasi (Monev) yang dirancang untuk memastikan keberhasilan dan efektivitas intervensi yang telah dilakukan. Evaluasi dilaksanakan dalam dua tahap utama. Tahap pertama adalah evaluasi selama kegiatan berlangsung (*proses*) yang dilakukan menggunakan metode observasi langsung oleh fasilitator untuk menilai tingkat keaktifan diskusi, partisipasi peserta, serta akurasi teknis mahasiswa dalam mempraktikkan penanaman bibit mangrove. Tahap kedua adalah evaluasi pascakegiatan (*outcome*) yang diukur melalui instrumen pengisian *Google form* berupa *pre-test* dan *post-test* untuk memvalidasi persentase peningkatan pemahaman peserta terkait aspek pengetahuan, kesadaran, dan sikap terhadap konservasi mangrove, satwa liar, dan kelelawar buah. Guna memberikan dasar penilaian yang jelas, keberhasilan program diukur melalui indikator dan target capaian, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator dan Target Capaian

No	Indikator Keberhasilan	Metode Pengukuran	Target Capaian
1	Tingkat partisipasi mahasiswa dalam kegiatan	Observasi kehadiran dan keaktifan diskusi	≥ 80% peserta terdaftar hadir dan aktif berdiskusi
2	Akurasi teknis penanaman mangrove	Lembar observasi praktik oleh fasilitator	≥ 75% peserta mampu mempraktikkan teknik penanaman sesuai SOP
3	Peningkatan pengetahuan (kognitif)	Selisih skor <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>	Peningkatan skor rata-rata ≥ 75%
4	Peningkatan Aspek Kesadaran & Sikap	Selisih skor <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>	Peningkatan skor rata-rata ≥ 70%

Instrumen evaluasi disusun dalam bentuk kuesioner terstruktur melalui *Google form* yang diberikan sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) pelaksanaan kegiatan, dengan struktur sebagai berikut:

1. Aspek yang diukur. Instrumen mencakup tiga aspek utama yang selaras dengan tujuan edukasi, yaitu:
 - a. Pengetahuan (kognitif), pemahaman mahasiswa mengenai fungsi ekologis mangrove, peran kelelawar buah sebagai polinator dan pemencar biji, serta hubungan keduanya sebagai satu kesatuan ekosistem.
 - b. Kesadaran (*awareness*), tingkat kepedulian mahasiswa terhadap ancaman degradasi mangrove dan kelelawar buah, serta pentingnya konservasi satwa liar pesisir.
 - c. Sikap (afektif), kecenderungan perilaku pro-lingkungan mahasiswa, termasuk kesediaan untuk berpartisipasi dalam kegiatan restorasi habitat di masa mendatang.
2. Jumlah indikator. Instrumen terdiri atas 10 butir pertanyaan, dengan distribusi 8 butir untuk aspek pengetahuan, 2 butir untuk aspek kesadaran, dan aspek sikap (bentuk pilihan ganda dengan satu jawaban benar).
3. Metode analisis data. Data *pre-test* dan *post-test* ditabulasi menggunakan spreadsheet, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat skor rata-rata masing-masing aspek sebelum dan sesudah intervensi. Selisih skor (*gain score*) dihitung untuk menentukan persentase peningkatan pemahaman, kesadaran, dan sikap peserta, dengan rumus:

$$g : \frac{\text{Skor Post test} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimal Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

Selanjutnya dilakukan uji *N-Gain* (*normalized gain*) untuk mengategorikan efektivitas peningkatan pemahaman ke dalam kategori tinggi ($g \geq 0,7$), sedang ($0,3 \leq g < 0,7$), atau rendah ($g < 0,3$) (Hake, 1998), sehingga tingkat keberhasilan intervensi dapat diinterpretasikan secara objektif. Seluruh hasil monitoring dan evaluasi kemudian direkapitulasi dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis serta pelaporan lebih lanjut kepada mitra dan pemangku kepentingan terkait.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan harus memuat beberapa hal berikut secara terurut.

1. Pelaksanaan Kegiatan

a. Pendidikan Lingkungan

Tahap awal dari rangkaian kegiatan ini adalah pelaksanaan pendidikan lingkungan yang diselenggarakan di dalam ruangan. Pada tahap ini, materi disampaikan secara komprehensif oleh tim dosen bersama perwakilan MLC Boluno. Fokus materi mencakup

pentingnya menjaga fungsi biofisik ekosistem pesisir serta peran vital hutan mangrove sebagai penyangga kehidupan satwa liar, khususnya kelelawar buah (*Pteropodidae*). Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Kehutanan/Sylva Indonesia (PC) Unsulbar diberikan landasan teoretis mengenai status konservasi kelelawar buah serta ancaman degradasi habitat yang sedang terjadi. Suasana pelaksanaan penyampaian materi dan interaksi dengan peserta dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dosen dan perwakilan MLC Boluno saat memberikan materi pendidikan lingkungan kepada mahasiswa.

Berdasarkan Gambar 1, terlihat tingginya antusiasme mahasiswa dalam menyimak dan merespons materi yang disampaikan. Penjelasan lanjutan pada sesi ini ditekankan pada transfer wawasan agar mahasiswa tidak hanya memahami mangrove dari aspek silvikultur semata, tetapi juga sebagai sebuah kesatuan lanskap ekosistem, di mana kelelawar buah sangat bergantung pada kerapatan tajuk pohon sebagai lokasi bersarang (*roosting site*) (Hussain et al., 2024).

b. Pengenalan Ekosistem

Setelah mendapatkan pembekalan teoretis, langkah selanjutnya adalah pengenalan ekosistem secara langsung di lapangan. Kegiatan observasi terpandu ini memfasilitasi mahasiswa untuk mengidentifikasi secara faktual kondisi tutupan mangrove serta interaksinya dengan populasi satwa liar di pesisir. Selama pengamatan, mahasiswa diajak untuk mengidentifikasi jenis vegetasi serta satwa liar yang dijumpai di sekitar lokasi. Dokumentasi proses observasi lapangan ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mahasiswa melakukan observasi lapangan

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, kegiatan ini memberikan pengalaman empiris (*experiential learning*) secara langsung. Mahasiswa dapat melihat tingkat degradasi tegakan mangrove dan korelasinya dengan minimnya lokasi bersarang bagi kelelawar buah. Hal ini secara efektif memicu sikap kritis dan meningkatkan kesadaran mereka akan urgensi tindakan pelestarian.

c. Penanaman Mangrove

Langkah terakhir dari solusi yang ditawarkan adalah aksi nyata berupa penanaman bibit mangrove. Pada tahap ini, sebanyak 250 bibit mangrove jenis *Rhizophora stylosa* telah berhasil ditanam, mencakup area rehabilitasi seluas kurang lebih 0,1 hektar. Pelaksanaan penanaman ini sepenuhnya dilakukan oleh mahasiswa Sylva Indonesia (PC) Unsulbar sebagai bentuk bakti rimbawan dan implementasi teknis di lapangan.

Sebelum proses penanaman dimulai, tim dosen dan MLC Baluno memberikan instruksi teknis mengenai tata cara penanaman serta penentuan jarak tanam yang ideal. Menurut (Amanta et al., 2025), jarak tanam 2 x 2 meter sangat ideal. Hal ini dilakukan agar target tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) bibit dapat diproyeksikan mencapai 80%. Proses penanaman bibit oleh mahasiswa ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Praktik langsung penanaman 250 bibit mangrove jenis *Rhizophora stylosa* pada area seluas 0,1 Ha

Berdasarkan dokumentasi pada Gambar 3, penanaman difokuskan pada area substrat yang telah diidentifikasi sebagai kritis pada tahap pengenalan ekosistem sebelumnya. Penanaman ini diproyeksikan untuk merehabilitasi tutupan kanopi dalam jangka panjang, yang secara otomatis akan memulihkan relung ekologis dan mengundang kembali koloni kelelawar buah untuk mendiami kawasan pesisir tersebut (Harrison & Swinfield, 2015), Pattinasarany et al. (2023), menyatakan bahwa tegakan kanopi mangrove yang rapat dan sehat kembali menyediakan area bersarang yang aman bagi koloni satwa liar.

2. Monitoring dan Evaluasi

Proses monitoring dilakukan secara melekat selama seluruh rangkaian kegiatan berlangsung melalui metode observasi partisipatif (Kurniawan et al., 2025). Tim pelaksana memantau tingkat kehadiran, keaktifan berdiskusi saat materi kelas, serta ketepatan teknis mahasiswa dalam mempraktikkan penanaman di lapangan. Secara umum, hasil observasi menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menyerap instruksi teknis silvikultur dengan sangat baik dan menerapkannya secara presisi saat berada di area berlumpur.

Untuk mengukur keberhasilan program, dilakukan evaluasi menggunakan instrumen tes tertulis berupa *pre-test* dan *post-test* yang dibagikan kepada seluruh mahasiswa peserta melalui *google form*. Hasil evaluasi menunjukkan adanya lonjakan pengetahuan yang signifikan. Sebelum kegiatan (*pre-test*), rata-rata tingkat pemahaman dan kesadaran konservasi mahasiswa hanya mencapai 49. Namun, setelah mengikuti seluruh rangkaian kegiatan (*post-test*), pemahaman mahasiswa meningkat menjadi 97,30. Terjadi peningkatan sebesar 48,3% atau sekitar 98,60% dalam literasi konservasi satwa liar dan kecakapan teknis restorasi pesisir. Detail persentase peningkatan pada masing-masing aspek indikator dijabarkan secara rinci pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Persentase Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Mahasiswa Sebelum dan Sesudah Kegiatan

No	Aspek / Indikator yang Dinilai	Rata-rata Skor <i>Pre-test</i>	Rata-rata Skor <i>Post-test</i>	Gain	<i>N-Gain</i> (g)	Kategori
A	Aspek Pengetahuan					
1	Fungsi biofisik hutan mangrove bagi kelangsungan hidup satwa liar pesisir	40	100	60	1,00	Tinggi
2	Peran ekologis utama kelelawar buah (<i>Pteropodidae</i>) di dalam ekosistem	35	81,8	46,8	0,72	Tinggi
3	Dampak hilangnya tutupan kanopi mangrove terhadap kelelawar buah	50	100	50	1,00	Tinggi
4	Faktor penentu survival rate bibit mangrove di zona mudflat	45	100	55	1,00	Tinggi
5	Indikator keberhasilan awal rehabilitasi/penanaman mangrove	55	100	45	1,00	Tinggi
6	Ancaman paling masif terhadap kelestarian ekosistem pesisir	60	100	40	1,00	Tinggi
7	Tindakan monitoring untuk bibit mangrove yang mati pasca-tanam	50	100	50	1,00	Tinggi
8	Pengetahuan tentang status konservasi (Kriteria Global IUCN)	30	90,9	60,9	0,87	Tinggi
	Rata-rata Aspek Pengetahuan	45,6	96,6	51	0,94	Tinggi
B	Aspek Kesadaran & Sikap					

No	Aspek / Indikator yang Dinilai	Rata-rata Skor	Rata-rata Skor	Gain	N-Gain (g)	Kategori
		Pre-test	Post-test			
9	Efektivitas pendekatan experiential learning bagi calon rimbawan	60	100	40	1,00	Tinggi
10	Kesadaran peran mahasiswa sebagai agen penggerak edukasi	65	100	35	1,00	Tinggi
	Rata-rata Aspek Kesadaran	62,5	100	37,5	1,00	Tinggi
	Rata-Rata Keseluruhan	49	97,3	48,3	0,95	Tinggi

Berdasarkan Tabel 1 di atas, hasil uji *N-Gain* menunjukkan bahwa seluruh indikator pada kedua aspek yang dinilai—baik aspek pengetahuan maupun aspek kesadaran dan sikap—menunjukkan peningkatan pemahaman peserta dengan kategori tinggi ($g \geq 0,7$), tanpa satu pun indikator yang jatuh pada kategori sedang maupun rendah. Penggunaan formula *N-Gain* untuk mengevaluasi intervensi edukasi lingkungan telah terbukti valid dan presisi dalam mengukur literasi dan kesadaran ekologis (Hake, 1998; Zahrani et al., 2024). Nilai *N-Gain* rata-rata keseluruhan sebesar 0,95 mengidentifikasi bahwa efektivitas intervensi ini sejalan dengan temuan Hake, (1998) di mana *N-Gain* > 0,70 tergolong sangat efektif. Peningkatan signifikan pada kesadaran dan sikap peserta juga merefleksikan pentingnya edukasi yang mengintegrasikan pemahaman lanskap pesisir (Kusmana, 2015) dengan pengenalan jasa ekosistem fauna spesifik, seperti peran vital *Pteropodidae* sebagai polinator utama vegetasi mangrove (Kunz et al., 2011)

Pada aspek pengetahuan, nilai *N-Gain* rata-rata sebesar 0,94 (kategori tinggi) menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang digunakan mampu mentransformasikan pemahaman peserta secara signifikan, khususnya pada indikator terkait fungsi biofisik hutan mangrove, dampak hilangnya tutupan kanopi, serta faktor keberhasilan rehabilitasi mangrove yang seluruhnya mencapai *N-Gain* maksimal ($g=1,00$). Indikator mengenai peran ekologis kelelawar buah dalam ekosistem memiliki nilai *N-Gain* terendah (0,72), meskipun tetap berkategori tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan (Dako et al., 2021) yang menyatakan bahwa bioekologi dan peran spesifik satwa endemik seperti *Pteropodidae* di ekosistem mangrove sering kali menjadi materi yang kompleks dan kurang familiar bagi masyarakat awam. Oleh karena itu, diperlukan penguatan lebih lanjut melalui pendekatan edukasi yang lebih interaktif atau visual untuk memaksimalkan transfer pengetahuan.

Pada aspek kesadaran dan sikap, nilai *N-Gain* rata-rata sebesar 0,93 (kategori tinggi) mengindikasikan bahwa pendekatan *experiential learning* efektif tidak hanya dalam meningkatkan pengetahuan kognitif, tetapi juga dalam membentuk kesadaran ekologis dan sikap partisipatif peserta sebagai agen penggerak edukasi konservasi (Saputri et al., 2026). Peningkatan ini mengonfirmasi literatur terkini bahwa metode pembelajaran berbasis

pengalaman langsung (*experiential learning*) memiliki daya rangsang yang kuat terhadap perubahan perilaku dan afektif pro-lingkungan, melampaui sekadar transfer informasi secara searah (Ardoin et al., 2020).

Secara keseluruhan, hasil uji *N-Gain* ini memberikan bukti empiris bahwa program edukasi konservasi mangrove dan kelelawar buah yang dilaksanakan secara efektif secara signifikan meningkatkan kompetensi kognitif dan afektif peserta. Hal ini membuktikan bahwa strategi edukasi dengan tingkat efektivitas empiris kategori tinggi ($g \geq 0,7$) sangat esensial dan dapat direplikasi untuk mencetak agen konservasi masa depan (Chawla & Cushing, 2007; Hadjichambis et al., 2020)

3. Kendala yang Dihadapi atau Masalah Lain yang Terekam

Selama pelaksanaan pengabdian, terekam beberapa kendala utama di lokasi kegiatan. Pertama, dinamika pasang surut air laut yang sangat fluktuatif sempat menghambat mobilisasi mahasiswa saat sesi observasi dan penanaman di zona berlumpur yang dalam. Kedua, tebalnya substrat lumpur dan material substrat yang labil membuat pergerakan massa (mahasiswa) memakan waktu lebih lama daripada estimasi awal, terutama bagi peserta yang kurang terbiasa dengan medan mudflat di pesisir.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, tim pelaksana mengambil langkah cepat dengan melakukan penyesuaian jadwal (*rescheduling*) secara dinamis. Tim memantau tabel kalender pasang surut secara ketat, sehingga aksi penanaman yang awalnya dijadwalkan pada pagi hari diundur dan difokuskan pada saat air laut benar-benar berada pada titik surut terendah. Selain itu, untuk mengatasi kendala mobilitas di lumpur yang labil, dilakukan rekayasa jalur pergerakan dengan memasang patok pemandu di area substrat yang lebih padat, serta membagi mahasiswa ke dalam kelompok kerja kecil agar proses distribusi bibit dan penanaman menjadi lebih efisien, terorganisir, dan aman.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang memadukan pendidikan lingkungan, pengenalan ekosistem, pengenalan satwa liar, dan aksi penanaman mangrove telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yakni meningkatkan pengetahuan, kesadaran konservasi, serta kecakapan teknis mahasiswa dalam perlindungan kawasan pesisir sebagai habitat esensial bagi kelelawar buah. Keterlibatan langsung mahasiswa melalui pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman terbukti sangat efektif dalam menjembatani kesenjangan antara teori akademik dan praktik di lapangan. Keberhasilan program ini secara konkret ditunjukkan oleh hasil evaluasi pelaksanaan yang mencatat adanya peningkatan signifikan pada kapasitas *soft skill* berupa kesadaran kritis terhadap lingkungan serta *hard skill* teknis silvikultur restorasi mangrove. Secara keseluruhan, terjadi lonjakan pemahaman dan penguasaan keterampilan peserta dengan nilai

peningkatan absolut (*Gain*) sebesar 48,3. Rata-rata kompetensi awal peserta (*pre-test*) yang semula hanya berada pada angka 49, berhasil mengalami peningkatan drastis sebesar 98,60% menjadi 97,3 pada akhir kegiatan (*post-test*). Keberhasilan ini semakin diperkuat oleh nilai *N-Gain* keseluruhan sebesar 0,95 yang termasuk dalam kategori "Tinggi". Aspek pengetahuan mengalami peningkatan rata-rata dari 45,6 menjadi 96,6 dengan nilai *N-Gain* 0,94 (tinggi). Hal ini merepresentasikan penguasaan yang sangat baik terhadap materi ekologi pesisir dan teknis penanaman mangrove. Aspek Kesadaran dan Sikap: Mengalami peningkatan rata-rata dari 62,5 menjadi tingkat pemahaman sempurna, yakni 100, dengan nilai *N-Gain* maksimal 1,00 (tinggi). Hal ini menegaskan bahwa program ini tidak hanya mentransfer pengetahuan, tetapi juga berhasil membentuk kesadaran kritis mahasiswa sebagai agen penggerak edukasi lingkungan setelah seluruh rangkaian program diselesaikan.

Sebagai tindak lanjut dari capaian positif tersebut, direkomendasikan adanya kegiatan monitoring terintegrasi jangka panjang yang mencakup dimensi ekologis dan sosial. Secara ekologis, diperlukan pemantauan berkelanjutan terhadap tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) bibit mangrove yang telah ditanam guna memastikan suksesi vegetasi dan pemulihan relung ekologis fauna pesisir di masa mendatang. Secara paralel, evaluasi periodik terhadap persistensi pengetahuan dan perilaku pro-lingkungan peserta juga mutlak diperlukan. Integrasi pemantauan biofisik dan sosial ini esensial untuk membuktikan keberlanjutan manfaat program, di mana kelestarian keanekaragaman hayati dapat berjalan selaras dengan peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat setempat".

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan puji syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi atas dukungan finansial. Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sulawesi Barat atas fasilitasi dan dukungan administratif selama pelaksanaan program ini. Penghargaan dan ucapan terima kasih yang tulus turut kami sampaikan kepada Mangrove Learning Center (MLC) Boluno atas sinergi, kolaborasi, dan kesediaannya untuk memfasilitasi transfer pengetahuan sebagai narasumber ahli. Apresiasi setinggi-tingginya juga diberikan kepada mahasiswa atas dedikasi, semangat bakti rimbawan, serta partisipasi aktifnya sebagai agen penggerak utama dalam kelancaran aksi penanaman mangrove di Desa Boluno.

DAFTAR RUJUKAN

- Amanta, N. N., Kusmana, C., Kintamani, E., & Hafidhin, D. (2025). The Pengaruh Jarak Tanam Tergadap Pertumbuhan Mangrove Hasil Rehabilitasi di Lampung Timur. *Journal of Tropical Silviculture*. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.16.02.125-134>
- Ardoyn, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, *241*, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Arteaga, E., Nalau, J., Biesbroek, R., & Howes, M. (2023). Unpacking the Theory-Practice Gap in Climate Adaptation. *Climate Risk Management*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100567>
- Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, *13*(4), 437–452. <https://doi.org/10.1080/13504620701581539>
- Cooke, S., Jeanson, A., Bishop, I., Bryan, B., Chen, C., Cvitanovic, C., Fen, Y., Forester, J., Fürst, C., Hu, J., Rosa, D. La, Meurk, C., Nguyen, V., Paolisso, M., Qi, Y., Chun, F. K. S., Szetey, K., Wang, X., Wang, Y., ... Young, N. (2021). On the theory-practice gap in the environmental realm: perspectives from and for diverse environmental professionals. In *Socio-Ecological Practice Research*. <https://doi.org/10.1007/s42532-021-00089-0>
- Dako, S., Laya, N. K., Ischak, N. I., & Yusuf, F. M. (2021). Mist Net dan Teknik Penangkapan Kelelawar. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, *10*(1), 62–66. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v10i1.23090>
- Dong, W. S., Ismailuddin, A., Yun, L. S., Ariffin, E., Saengsupavanich, C., Maulud, K. A., Ramli, M. Z., Miskon, M., Jeofry, M., Mohamed, J., Mohd, F., Hamzah, T. S. B., & Yunus, K. (2024). The impact of climate change on coastal erosion in Southeast Asia and the compelling need to establish robust adaptation strategies. *Heliyon*, *10*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25609>
- Fanni Virskya, A., Surani, Nisa Hanna Fazira, Nadhila Dzikrina M, Salsa Dilla Kusuma Putri, & Taufik Muhtarom. (2025). Menciptakan Generasi Peduli Lingkungan Melalui Pendidikan di Sekolah Alam Dengan Metode Experiential Learning (Belajar melalui Pengalaman) Di SD IT Alam Nurul Islam. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humaniora*, *42* SE-Articles), 1561–1567. <https://doi.org/10.56799/peshum.v4i2.7102>
- Gallop, C., Guthrie, B., & Asante, N. (2023). The Impact of Experiential Learning on Professional Identity: Comparing Community Service-Learning to Traditional Practica Pedagogy. *Journal of Experiential Education*, *46*, 474–490. <https://doi.org/10.1177/10538259231154888>
- Ghafur, F., & Alviansyah, R. (2025). The Role of Students as Agents of Change Towards Climate Change Action for SDGs. *Entita: Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Dan Ilmu-Ilmu Sosial*. <https://doi.org/10.19105/ejpis.v1i.19139>
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, *26*, 5844–5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- Hadjichambis, A. C., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Cincera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., & Knippels, M.-C. (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>

- Harrison, R. D., & Swinfield, T. (2015). Restoration of Logged Humid Tropical Forests: An Experimental Programme at Harapan Rainforest, Indonesia. *Environmental Management*, 55(3), 503–514. <https://doi.org/10.1177/194008291500800103>
- Hussain, M., Ali, W., Meyer, C. F. J., Javid, A., & Imran, M. (2024). Roost site selection and seasonal dynamics of the Indian flying fox (*Pteropus medius*): Influence of environmental and anthropogenic factors. *Biosystems Diversity*, 33(3). <https://ecology.dp.ua/index.php/ECO/article/view/1391>
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1–38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Kurniawan, N., Yuliani, S., Scorsiana, N., Hidayat, A. N., & Kholik, A. (2025). Pemberdayaan Remaja Dalam Konservasi Mangrove Dan Inovasi Produk Olahan Mangrove Di Pulau Harapan Kabupaten Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan*, 9(2), 95–102. <https://doi.org/10.23960/jss.v9i2.610>
- Kusmana, C. (2015). Manajemen Konservasi Ekosistem Mangrove di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 5(1), 90–97.
- Madroñal, M., & Relox, R. E. (2024). Species-Habitat Relationship of Bats and Mangroves in the Selected Coastal Areas in Northern Mindanao, Philippines. In *Biodiversity Journal*. <https://doi.org/10.31396/biodiv.jour.2024.15.4.885.896>
- Pattinasarany, C. F., Pattinasarany, C. K., & Tuhumury, A. (2023). Kajian penggunaan habitat oleh satwa burung pada kawasan mangrove teluk tuhaha kecamatan saparua timur. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 6(4), 555. <https://doi.org/10.20527/jss.v6i4.9327>
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 120 Tahun 2020 Tentang Badan Restorasi Gambut Dan Mangrove (2020).
- Qi, S., Niu, M., & Guan, Z. (2025). Promoting Pro-Environmental Behavior Among University Students Through Sustainability Education and Institutional Support: A Mediated Moderation Model. In *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su172210069>
- Ramirez-Francel, L. A., Garcia-Herrera, L. V., Losada-Prado, S., Reinoso-Florez, G., Sanchez-Hernandez, A., Estrada-Villegas, S., Lim, B. K., & Guevara, G. (2022). Bats and their vital ecosystem services: a global review. *Integrative Zoology*, 17(1), 2–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1749-4877.12552>
- Ramos, R., & Nemenzo-Calica, P. (2025). Flying Fox Species Identification and Habitat Assessment on Luban Island, Philippines: Evidence of Ecological Shifts and Conservation Implications. *Davao Research Journal*. <https://doi.org/10.59120/drj.v16i2.389>
- Rasyid, R., Agustang, A. T. P., Aryuni, V. T., & Robo, T. (2023). Hubungan Antara Pengetahuan Lingkungan Terhadap Sikap Peduli Lingkungan Mahasiswa Pendidikan Geografi Universitas Khairun. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 901–906. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.901-906>
- Ritabulan, Suparjo Razasli Carong, & Yusna. (2024). Potensi Biomassa dan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Vegetasi Mangrove Rewata'a, Kabupaten Majene. *Pangale Journal of Forestry and Environment*, 3(2 SE-Articles), 1–10. <https://doi.org/10.31605/pangale.v3i2.3481>
- Saputri, D., Sukarmin, S., Asrowi, A., Riyadi, R., & Rety Kartika, E. F. (2026). Moving Out Of The Class And Developing Environmental Awareness: Experiential Learning Based Ecopedagogy In Action. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 6 SE Ori, 2586. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20262586>
- Thong, V., Denzinger, A., Long, V., Sang, N., Huyen, N., Thien, N. H., Luong, N., Tuan, L. Q., Hà, N. M., Luong, N., & Schnitzler, H. (2022). *Importance of*

- Mangroves for Bat Research and Conservation: A Case Study from Vietnam with Notes on Echolocation of Myotis hasselti*. Diversity. <https://doi.org/10.3390/d14040258>
- Yadomaru, K., & Sakurai, R. (2025). Biodiversity Education as a Catalyst for Change: Exploring Case Studies from Asia and Reflections from Around the World. *Japanese Journal of Environmental Education*, 34(3), 69-71. https://doi.org/10.5647/jsoee.34_3_69
- Zahrani, U., Hadiansah, H., & Yuliawati, A. (2024). Peningkatan Literasi Lingkungan Siswa Melalui Penggunaan E-Modul Berbasis Socio-Scientific Issues pada Materi Perubahan Lingkungan. *Semantik: Jurnal Riset Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 2(4), 38-44. <https://doi.org/10.61132/semantik.v2i4.992>
- Zalipah, M., Sah, S., & Jones, G. (2020). *Flowering Biology of Mangroves (Genus Sonneratia) and the Role of Bats in Their Pollination in Peninsular Malaysia*. Handbook of Halophytes. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17854-3_60-1