

Original Research Paper

Transplantasi Terumbu Karang Berbasis Komunitas melalui Pendidikan Fisika Kontekstual

Andi Asmar¹, Yuliyanti¹, Nurfajrin Lumalaga¹, Nurjannah¹, Indah Widiarti Hafid²

¹Pendidikan Fisika, Universitas Tompotika Luwuk, Banggai, Indonesia;

² Pendidikan Matematika, Universitas Tompotika Luwuk, Banggai, Indonesia;

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v9i2.13992>

Citation: Asmar, A., Yuliyanti., Lumalaga, N., Nurjannah., & Hafid, I. W. (2026). Transplantasi Terumbu Karang Berbasis Komunitas melalui Pendidikan Fisika Kontekstual. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 9(2)

Article history

Received: 24 Maret 2026

Revised: 20 Mei 2026

Accepted: 25 Mei 2026

*Corresponding Author: Andi Asmar, Pendidikan Fisika, Universitas Tompotika Luwuk, Banggai, Indonesia
Email:

asmarandi14@gmail.com

Abstract: Program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengintegrasikan edukasi fisika kontekstual dengan praktik transplantasi terumbu karang berbasis komunitas. Implikasi yang diharapkan terjadi peningkatan literasi sains, keterampilan teknis konservasi, dan sikap peduli lingkungan masyarakat pesisir. Kegiatan dilaksanakan pada 6 Desember 2025 bertempat di Tanjung Tuwis, Kabupaten Banggai. Kegiatan pengabdian bekerja sama Banggai Corralium sebagai komunitas konservasi lokal serta melibatkan masyarakat dan pemuda pesisir Tanjung Tuwis, pelajar yang bermukim di wilayah pesisir, dan mahasiswa. Metode pelaksanaan menerapkan pendekatan partisipatif-edukatif yang mencakup tahap desain kegiatan, tahap persiapan, tahap implementasi, dan tahap evaluasi dan tindak lanjut. Data pengabdian dikumpulkan melalui angket, lembar observasi dan dokumentasi. Hasil pengabdian memperlihatkan capaian yang berhasil dengan kategori baik hingga sangat baik. keterampilan teknis tranplantasi sebesar 80,42% dan sikap ekologis sebesar 81,32% untuk masyarakat dan pemuda pesisir. Pemahaman fisika kontekstual (76,54%) dan sikap peduli lingkungan pesisir (83,80%) untuk pelajar. Integrasi konsep akademik (82,64%) dan tanggung jawab sosial-ekologis (83,65%) untuk mahasiswa. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian secara efektif dalam meningkatkan kompetensi aplikatif, kesadaran ekologis, dan kolaborasi lintas generasi.

Keywords: Pengabdian kepada masyarakat; Transplantasi terumbu karang; Komunitas pesisir; fisika kontekstual;

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial yang sangat strategis. Fungsi vital terumbu karang sebagai habitat utama biodiversitas laut, pelindung alami wilayah pesisir, dan sumber penopang kehidupan komunitas pesisir mengalami tekanan yang relatif besar. Beragam studi menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang terus mengalami degradasi signifikan disebabkan aktivitas antropogenik, perubahan iklim global, dan kesadaran dan literasi ekologis masyarakat pesisir

relatif rendah (Hoegh-Guldberg et al., 2007; Hughes et al., 2017). Kajian serupa dilaporkan di wilayah perairan Indonesia, penurunan tutupan karang hidup dipengaruhi oleh aktivitas penangkapan destruktif dan minimnya pemahaman masyarakat mengenai fungsi ekologis terumbu karang (Adyasari et al., 2021; Vincentius & Rukminasari, 2025)

Program rehabilitasi terumbu karang melalui metode transplantasi banyak dilakukan oleh pemerintah, komunitas lokal, dan lembaga swadaya masyarakat. Dalam praktiknya, temuan empiris beberapa kajian mengungkapkan bahwa kegiatan

transplantasi sering kali masih berorientasi pada aspek teknis semata dan belum terintegrasi secara sistematis dengan kegiatan edukasi berbasis sains yang mampu membangun pemahaman, kesadaran, dan partisipasi masyarakat secara berkelanjutan (Bayraktarov et al., 2016). Kondisi ini sejalan dengan argument Sadaru et al., (2025) mengungkapkan bahwa keterlibatan masyarakat yang disertai penguatan literasi sains terbukti menjadi faktor kunci dalam keberhasilan dan keberlanjutan program rehabilitasi terumbu karang.

Merujuk pada tridarma perguruan tinggi, pendidikan fisika memiliki peran strategis dalam mengintegrasikan ilmu fisika dan aktivitas konservasi lingkungan melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Tingkat keberhasilan transplantasi terumbu karang tidak lepas dari pengaruh fenomena fisika kelautan, mencakup dimanikan gelombang dan arus air laut, intensitas cahaya bawah air, dan stabilitas struktur transplantasi karang. Fenomena tersebut merupakan representasi kontekstual dari konsep fisika yang bersifat aplikatif dan lekat dengan kehidupan masyarakat pesisir. Namun, pembelajaran sains yang tidak mengaitkan konteks sosial dan budaya lokal cenderung dipersepsi abstrak dan kurang bermakna oleh masyarakat (Asmar & Suryadarma, 2021).

Pendekatan pendidikan fisika kontekstual dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat memberi ruang terjadinya proses pembelajaran berbasis pengalaman nyata (*experiential learning*). Masyarakat dipandang bukan sekedar objek, melainkan subjek aktif dalam proses edukasi dan konservasi. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip konservasi berbasis komunitas yang menempatkan masyarakat sebagai pelaku utama dalam pengelolaan sumber daya alam, berimplikasi tumbuhnya rasa kepemilikan dan tanggung jawab ekologi (Christie et al., 2017).

Mengacu pada kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diarahkan pada pengembangan model transplantasi terumbu karang berbasis komunitas melalui pendekatan pendidikan fisika kontekstual. Tujuan dilaksanakan kegiatan ini adalah untuk meningkatkan literasi sains masyarakat pesisir, memperdalam pemahaman terhadap fenomena fisika yang menjadi landasan keberhasilan transplantasi terumbu karang, dan menginstitusionalisasi partisipasi aktif dan keberlanjutan masyarakat dalam konservasi laut.

Melalui pendekatan ini, diharapkan terwujudnya upaya sinergi yang konstruktif antara perguruan tinggi dan masyarakat dalam membangun model konservasi terumbu karang yang edukatif, partisipatif, dan berkelanjutan.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dengan mengadaptasi pendekatan Partisipatif-Edukatif. Pendidikan fisika kontekstual diintegrasikan ke dalam praktik transplantasi terumbu karang berbasis komunitas. Kegiatan ini dilaksanakan melalui strategi kemitraan dengan Banggai Corralium sebagai komunitas konservasi lokal. Partisipasi kegiatan mencakup masyarakat dan pemuda pesisir, saka bahari luwuk, pelajar yang bermukim dekat lokasi kegiatan konservasi dan mahasiswa sebagai agen pembelajar dan penggerak konservasi. Pendekatan ini dirancang untuk meningkatkan literasi sains, keterampilan praktis, dan membangun kesadaran serta tanggung jawab ekologis masyarakat pesisir terhadap keberlanjutan ekosistem terumbu karang.

Tahapan Desain dan Pendekatan Kegiatan

Kegiatan didesain dalam bentuk *community-based marine conservation*, dengan memposisikan masyarakat dan pemuda pesisir, dan pelajar sebagai aktor utama sekaligus mitra aktif dalam seluruh tahapan kegiatan. Pendidikan fisika kontekstual digunakan sebagai landasan pedagogis untuk menjembatani konsep fisika yang berkaitan dengan fenomena nyata yang dihadapi di lingkungan pesisir. Fenomena ini meliputi gelombang dan arus air laut, tekanan hidrostatik, gaya apung, dan intensitas Cahaya bawah laut.

Tahapan Persiapan Kegiatan

Koordinasi dengan pihak mitra “Banggai Corralium”, masyarakat pesisir, sekolah yang berada di lokasi konservasi, dan penyusunan materi edukasi fisika kontekstual, serta persiapan alat dan bahan transplantasi karang. Sebelum tahapan implementasi, penetapan peran secara jelas untuk masing-masing mitra dalam kegiatan pengabdian. Proses ini dilakukan untuk memastikan efektivitas dan keberlanjutan kegiatan pengabdian. Banggai Corralium berperan sebagai fasilitator teknis dan mitra komunitas konservasi lokal. Tugas utama yaitu menyediakan pendampingan lapangan terkait

teknik transplantasi karang, pemilihan lokasi transplantasi, dan monitoring ekosistem konservasi. Masyarakat dan pemuda pesisir berperan sebagai aktor utama kegiatan lapangan dan penggerak konservasi berbasis komunitas. Pelajar berperan sebagai target utama edukasi fisika kontekstual dan agen literasi sains pesisir. Terakhir, mahasiswa berperan sebagai fasilitator sains terkait pendamping edukatif, fasilitator diskusi, dan penghubung antara konsep akademik dan praktik lapangan.

Tahapan Implementasi Kegiatan

1. Tahap Edukasi Fisika Kontekstual

Edukasi dilaksanakan melalui penyampaian materi fisika kontekstual, diskusi interaktif, dan demonstrasi sederhana yang mengaitkan konsep fisika dengan praktik kelautan yang lekat dengan kehidupan pesisir. Materi disampaikan secara dialogis dan kontekstual, tujuannya supaya peserta pengabdian dapat menangkap makna hubungan antar konsep fisika dan keberhasilan transplantasi terumbu karang.

2. Tahap Pelatihan dan Praktik Transplantasi

Pada tahap ini, peserta pengabdian terlibat aktif dalam praktik transplantasi terumbu karang. aktivitas diawali dengan pemilihan lokasi transplantasi terumbu karang, penyiapan substrat transplantasi, pemilihan fragmen karang dari indukan, Teknik penempelan fragmen karang, dan penempatan struktur transplantasi di dasar laut. Setiap tahapan praktik disertai penjelasan konsep fisika yang relevan, seperti intensitas cahaya terhadap kedalaman air laut.

3. Tahap Pendampingan dan Monitoring

Kegiatan pendampingan dilakukan secara berkala untuk memastikan keberlanjutan praktik konservasi yang telah dilakukan. Fase monitoring dilakukan sebagai bentuk praktik autentik dari mata kuliah Pendidikan Bahari dan Konservasi Pesisir. Kegiatan meliputi pengamatan terhadap pertumbuhan karang transplantasi, tingkat keberlangsungan hidup fragmen karang, dan perubahan sikap dan partisipasi masyarakat terhadap konservasi keberlanjutan (pendampingan).

Tahapan Evaluasi dan Tindak Lanjut

1. Evaluasi

Evaluasi kegiatan secara sumatif dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan. Fase evaluasi meliputi aspek kognitif (pemahaman fisika kontekstual), psikomotor (keterampilan transplantasi terumbu karang), dan afektif (sikap, partisipasi, dan tanggung jawab ekologis). Data evaluasi dikumpulkan melalui angket, lembar observasi, dan dokumentasi kegiatan. Analisis secara deskriptif dengan mengonversi skor menjadi persentase. Hasil evaluasi dijadikan bukti empiris untuk perbaikan program dan perencanaan tindak lanjut berkelanjutan.

2. Tindak Lanjut

Tindak lanjut kegiatan melalui monitoring berkala mengenai pertumbuhan karang hasil transplantasi dan pendampingan lanjutan bersama Banggai Corralium, pemuda pesisir, dan institusi pendidikan guna keberlanjutan program konservasi yang telah dirintis.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan tanggal 6 Desember 2025. Lokasi pengabdian bertempat di Kelurahan Tanjung Tuwis, Kecamatan Luwuk Selatan, Kabupaten Banggai. Kegiatan dirancang secara partisipatif-edukatif dengan melibatkan Banggai Corralium sebagai mitra konservasi lokal dan partisipasi aktif



masyarakat dan pemuda pesisir Tanjung Tuwis, pelajar yang berada di wilayah kegiatan, dan mahasiswa.

Gambar 1. Penyampaian materi edukasi fisika kontekstual yang terkait konservasi terumbu karang

Kegiatan pengabdian diawali dengan melalukan koordinasi dengan pihak mitra Banggai Corralium dan masyarakat pesisir Tanjung Tuwis terkait perencanaan dan pelaksanaan kegiatan. Pemilihan lokasi didasarkan pada kondisi ekosistem pesisir yang memiliki potensi terumbu karang namun menghadapi tekanan lingkungan. Langkah selanjutnya, penyiapan konservasi substrat menggunakan model bingkai laba-laba (*spider frame*).



Gambar 2. Proses penyiapan media transplantasi, pengosolan pasir pada media, dan pemilihan fragmen karang

Tahap implementasi, kegiatan diawali dengan penyampaian materi edukatif fisika kontekstual yang dikemas dalam desain dialogis dan berbasis fenomena pesisir setempat. Materi difokuskan pada konsep-konsep fisika yang relevan dengan transplantasi terumbu karang. Materi fisika mencakup gelombang dan arus laut, gaya apung, tekanan hidrostatis, dan intensitas cahaya bawah laut. Tahap ini merupakan pondasi penting dalam membangun literasi sains sekaligus kesadaran ekologis peserta.



Gambar 3. Penempelan fregmen karang pada media transplantasi

Setelah tahap edukasi, kegiatan dilanjutkan ke tahap praktik transplantasi. Tahap ini diawali dengan pemilihan fragmen karang yang layak untuk ditransplantasikan. Peserta dibimbing untuk mengidentifikasi fragmen karang yang sehat berdasarkan kriteria biologis dan lingkungan. Pada tahap ini, konsep fisika tentang intensitas cahaya dan arus laut kembali ditekankan sebagai faktor penentu keberhasilan pertumbuhan karang.

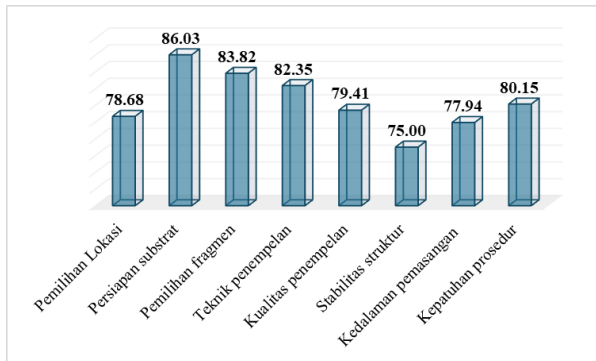
Tahap selanjutnya adalah penempelan frgamen karang pada media transplantasi. Peserta dilibatkan secara aktif mulai dari pemilihan fragmen karang, penempelan karang, dan penempatan struktur transplantasi (media) di dasar laut. Pada tahap ini, aplikasi konsep fisika mencakup gaya apung, stabilitas struktur, dan pengaruh gelombang dan arus laut diinterpretasikan secara kontekstual selama proses berlangsung. Tahap selanjutnya, peletakkan struktur media transplantasi didasar laut yang dilakukan secara bertahap dan kolaboratif. Proses ini melibatkan beberapa peserta disebabkan keterbatasan peralatan selam yang tersedia. Mekanisme peletakkan struktur transplantasi dengan strategi kerja tim untuk menjamin ketepatan dan keamanan media.



Gambar 4. Refleksi kegiatan transplantasi terumbu karang

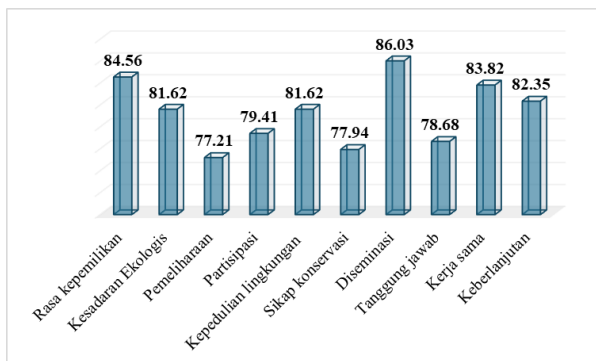
Tahap akhir kegiatan, evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas kegiatan secara komprehensif. Evaluasi sumatif meliputi kognitif, psikomotor, dan afektif yang dikumpulkan melalui angket, lembar observasi, dan dokumentasi kegiatan. Data kognitif merepresentasikan pemahaman peserta terhadap konsep fisika yang relevan dengan konservasi terumbu karang. Data

psikomotor menggambarkan kemampuan peserta dalam melakukan setiap tahapan berdadarkan prosedur. Data afektif memberikan indikasi terhadap sikap peduli, rasa kepemilikan, dan komitmen menjaga hasil transplantasi karang.



Gambar 5. Data keterampilan keterampilan praktis konservasi masyarakat dan pemuda pesisir

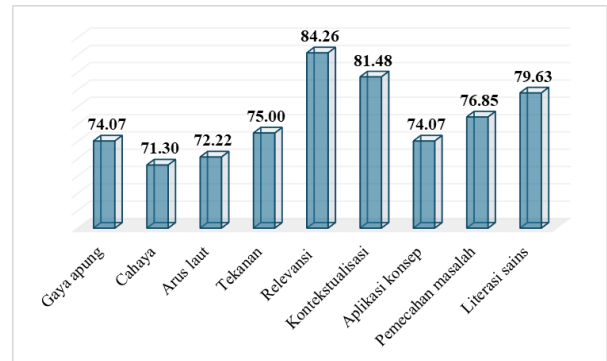
Tabulasi data pada Gambar 5 menunjukkan bahwa masyarakat dan pemuda pesisir telah mencapai tingkat penguasaan keterampilan yang baik. Keterampilan praktis konservasi menunjukkan rerata capain sebesar 80,24%. Capaian ini merefleksikan efektivitas pendekatan pembelajaran berbasis praktik dan partisipati aktif dalam meningkatkan kompotensi aplikatif masyarakat dan pemudah pesisir. Sementara itu, aspek stabilitas dan kedalaman pemasangan memperoleh nilai yang relatif rendah. Indikasi ini didasarkan pada keterbatasan peralatan selam dan perlunya koordinasi multipihak dalam pemasangan struktur di dalam laut.



Gambar 6. Data sikap dan partisipasi konservasi masyarakat dan pemuda pesisir

Tabulasi data pada Gambar 6 menunjukkan bahwa masyarakat dan pemuda pesisir telah mencapai sikap dan partisipasi konservasi pada kategori baik, dengan rerata capaian sebesar

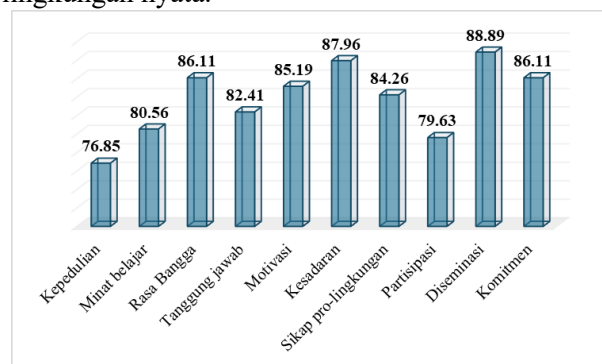
81,23%. Capaian ini mengindikasikan keberhasilan pendekatan edukatif-partisipatif dalam kontruksi rasa kepemilikan (sikap) dan kesadaran ekologis. Penguatan pada aspek pemeliharaan dan tanggung jawab perlu ditingkatkan untuk menjaga konsistensi



praktik konservasi berkelanjutan.

Gambar 7. Data pemahaman fisika kontekstual pelajar pesisir Tanjung Tuwis

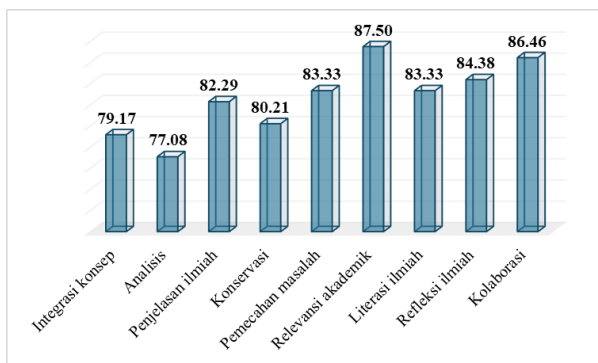
Hasil tabulasi data yang disajikan pada Gambar 7 menegaskan bahwa pelajar berada pada kategori baik dalam pemahaman fisika kontekstual. Hasil ini diperlihatkan dari rerata capaian sebesar 76,54%. Di sisi lain, konsep fisika yang bersifat dinamis seperti cahaya dan arus laut, diperlukan penguatan melalui visualisasi dan eksperimen lanjutan. Secara keseluruhan, integrasi fenomena pesisir dalam pembelajaran fisika mampu menjembatani konsep abstrak dengan realitas lingkungan nyata.



Gambar 8. Data peduli lingkungan pesisir pada pelajar di wilayah Tanjung Tuwis

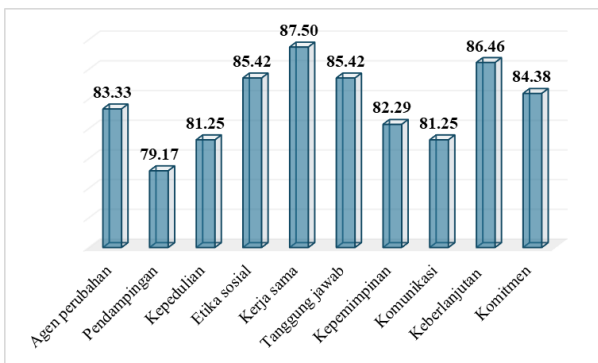
Gambar 8 menyajikan hasil tabulasi data yang menggambarkan bahwa sikap peduli lingkungan pesisir pada pelajar berada dikategori sangat baik. Rerata capaian sebesar 83,30%. Capaian terendah diperlihatkan pada aspek kepedulian dan partisipasi. Kondisi ini

mengindikasikan diperlukan penguatan pembinaan berkelanjutan supaya keterlibatan pelajar dapat terjaga secara konsisten. Secara keseluruhan, interpretasi rerata 83,30% menegaskan efektivitas pendekatan edukasi fisika kontekstual dalam konstruksi sikap pro-lingkungan dan tanggung jawab ekologi pelajar di kawasan pesisir.



Gambar 9. Data integrasi konsep akademik mahasiswa dalam konservasi pesisir

Hasil tabulasi data yang divisualisasikan pada Gambar 9 menegaskan bahwa integrasi konsep akademik pada mahasiswa berada kategori baik. Rerata capaian sebesar 82,64%. Capaian nilai relatif terendah diperlihatkan pada aspek analisis dan integrasi konsep. indikasi ini mengisyaratkan diperlukan penguatan latihan analisis dan pendalaman konsep secara berkelanjutan. Secara keseluruhan, capaian hasil integrasi konsep akademik memperlihatkan efektivitas pembelajaran fisika kontekstual dalam memperkuat pemahaman akademik yang terintegrasi dengan praktik konservasi berbasis komunitas.



Gambar 10. Data tanggung jawab sosial-ekologis mahasiswa

Tabulasi data pada Gambar 6 menunjukkan bahwa peran dan tanggung jawab sosial-ekologis mahasiswa berada pada kategori sangat baik. Rerata

capaian sebesar 83,65%. Capaian yang relatif rendah diperlihatkan pada aspek pendampingan. Kondisi ini mengindikasikan diperlukan penguatan kapasitas kepemimpinan dalam konteks kerja lapangan. Secara keseluruhan, capaian hasil peran dan tanggung jawab mahasiswa menegaskan efektivitas pendekatan pengabdian berbasis partisipasi dalam membangun peran aktif (agen perubahan) dan tanggung jawab berkelanjutan.

Mahasiswa Pendidikan Fisika dilibatkan secara strategis untuk mengembangkan kompetensi pedagogik, profesional, dan sosial melalui pengalaman belajar autentik di kawasan pesisir. Mahasiswa memainkan peran sebagai fasilitator sains yang menjembatani konsep fisika dengan fenomena alam di kawasan pesisir. Dari sisi edukatif, integrasi konsep fisika selama kegiatan trnsplantasi karang memfasilitasi terjadinya proses pembelajaran autentik. Masyarakat dan pemuda pesisir tidak hanya menerima informasi secara verbal, melainkan terlibat langsung dalam praktik lapangan.

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di kawasan pesisir Tanjung Tuwis menegaskan bahwa terdapat peningkatan pada aspek keterampilan teknis, pemahaman konseptual, dan sikap dan tanggung jawab ekologis peserta. Peningkatan keseluruhan aspek berada pada kategori baik hingga sangat baik. Kegiatan ini mengintegrasikan pendidikan fisika kontekstual dengan praktik transplantasi terumbu karang berbasis komunitas. Keunggulan program ini terletak pada pendekatan partisipatif yang memposisikan komunitas sebagai aktor utama. Kondisi ini memfasilitasi terbentuknya rasa kepemilikan, kolaborasi lintas generasi, dan komitmen keberlanjutan terhadap ekosistem pesisir. Meskipun kegiatan pegabdian terlaksana baik, keterbatasan peralatan selam, alokasi waktu pendampingan, dan variasi kemampuan peserta masih membatasi optimalisasi pelaksanaan teknis di lapangan. Sejalan dengan hasil evaluasi empiris, pengembangan program pengabdian ke depan menekankan pendampingan berkelanjutan, penguatan dukungan teknis, dan monitoring jangka panjang berbasis data ilmiah sebagai bentuk untuk menjamin keberlanjutan dampak konservasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis memberikan ucapan terima kasih kepada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tompotika Luwuk atas dukungan kelembagaan dan kontribusi finansial dalam melancarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat tersebut. Ucapan terima kasih pula dihaturkan kepada Banggai Corralium atas peran sebagai fasilitator teknis lapangan.

Referensi

- Adyasari, D., Pratama, M. A., Teguh, N. A., Sabdaningsih, A., Kusumaningtyas, M. A., & Dimova, N. (2021). Anthropogenic impact on Indonesian coastal water and ecosystems: Current status and future opportunities. *Marine Pollution Bulletin*, *171*, 112689. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112689>
- Asmar, A., & Suryadarma, I. G. P. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Model Nested Berbasis Perahu Phinisi untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi dan Pengetahuan Konseptual. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *9*(4), 565–578. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.20994>
- Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, S., Mills, M., Behr, J., Possingham, H. P., Mumby, P. J., & Lovelock, C. E. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecological Applications*, *26*(4), 1055–1074. <https://doi.org/10.1890/151077>
- Christie, P., Bennett, N. J., Gray, N. J., ‘Aulani Wilhelm, T., Lewis, N., Parks, J., Ban, N. C., Gruby, R. L., Gordon, L., Day, J., Tabei, S., & Friedlander, A. M. (2017). Why people matter in ocean governance: Incorporating human dimensions into large-scale marine protected areas. *Marine Policy*, *84*, 273–284. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.002>
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P. J., Hooten, A. J., Steneck, R. S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C. D., Sale, P. F., Edwards, A. J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C. M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R. H., Dubi, A., & Hatziolos, M. E. (2007). Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, *318*(5857), 1737–1742. <https://doi.org/10.1126/science.1152509>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H., Babcock, R. C., Beger, M., Bellwood, D. R., Berkemans, R., Bridge, T. C., Butler, I. R., Byrne, M., Cantin, N. E., Comeau, S., Connolly, S. R., Cumming, G. S., Dalton, S. J., Diaz-Pulido, G., ... Wilson, S. K. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, *543*(7645), 373–377. <https://doi.org/10.1038/nature21707>
- Sadaru, B., Afu, L. O. A., Syam, S., Nugroho, O. A., Umbay, V. L., Hidayat, L. O. A., Hidayat, R., Kurnianto, H. E., Virgiana, C., Lestari, F., & Ihsas, M. (2025). *Rehabilitasi Terumbu Karang Sebagai Upaya Menjaga Ekosistem dan Kehidupan Pesisir* (1st ed.). Luminary Press.
- Vincentius, A., & Rukminasari, N. (2025). Pengaruh Tutupan Karang Hidup Terhadap Keanekaragaman dan Dominansi Ikan Karang di Zona Inti KKPD Pulau Palue, NTT. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan Papua*, *8*(2), 68–79. <https://doi.org/10.31957/acr.v8i2.5078>