

Peningkatan Kapasitas dan Pengetahuan Rehabilitasi Karang bagi Pemandu Wisata di Pulau Lemukutan

Building the Capacity and Knowledge about Coral Rehabilitation of Tour Guides in Lemukutan Island

Dahlia Wulan Sari¹, Achis Martua Siregar², Tia Nuraya³, Elliska Murni Harfinda⁴, Mordik Erdiansyah⁵

^{1,3,4}Fakultas Pertanian

^{1,3,4}Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Barat

^{2,5}Yayasan Jejak Pesisir Nusantara

^{1,3,4}Jl. Ahmad Yani II, Parit Derabak, Kubu Raya, Indonesia

^{2,5}Jl. Aliyayang Gg. Kencana II No 24, Pontianak, Indonesia

dahliawulansari@gmail.com; akisinaga@gmail.com; tia_nuraya@yahoo.com;

elliska.mh@gmail.com; mordikerdiansyah@gmail.com

correspondence: dahliawulansari@gmail.com

Received: 21/09/2021	Revised: 08/10/2021	Accepted: 17/10/2021
----------------------	---------------------	----------------------

DOI: doi.org/10.25170/mitra.v5i2.2853

ABSTRACT

The coral reef ecosystem is one of the marine tourism attractions on Lemukutan Island, West Kalimantan. However, currently, some locations are in a relatively degraded condition, which should be addressed. One solution to this problem is coral transplantation activities involving tour guides. As part of the effort to rehabilitate the coral reef habitats, the Aquatic Resource Management Department, Faculty of Agriculture, Nahdlatul Ulama University, West Kalimantan, conducted community development activities to increase the capacity and knowledge of tour guides regarding coral reef ecosystems and coral transplantation techniques. This training was attended by fifteen tour guides from the Lemukutan Guide Group and ARTUNA (*Anak Remaja Teluk Cina*) Group. The participants were previously trained under PT Pertamina (Persero) and Yayasan Jejak Pesisir Nusantara. This training was carried out in three stages: (i) materials presentation and discussions, (ii) direct practice on the field, and (iii) evaluation. The post-test results showed that the training had increased participants' understanding of coral reef ecosystems and coral transplantation techniques by 40,00% and 33,33%, respectively.

Keywords: tour guide; Lemukutan Island; coral reef; coral transplantation; marine tourism

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu daya tarik wisata bahari di Pulau Lemukutan, Kalimantan Barat. Namun, saat ini beberapa lokasi dalam kondisi terdegradasi sehingga perlu upaya untuk mengatasinya. Kegiatan transplantasi karang dengan melibatkan pemandu wisata menjadi salah satu solusi atas permasalahan tersebut. Oleh sebab itu, Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Nahdlatul Ulama, Kalimantan Barat, melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat untuk meningkatkan kapasitas dan pengetahuan pemandu wisata mengenai ekosistem terumbu karang dan teknik transplantasi karang sebagai upaya rehabilitasi habitat. Pelatihan ini diikuti oleh lima belas pemandu wisata yang berasal dari Kelompok Lemukutan Guide dan Kelompok ARTUNA (*Anak Remaja Teluk Cina*). Peserta berasal dari binaan PT Pertamina (Persero) dan Yayasan Jejak Pesisir Nusantara. Pelatihan ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu penyampaian materi serta diskusi, praktik langsung di lapangan, dan evaluasi. Hasil postes menunjukkan bahwa pelatihan ini mampu meningkatkan pemahaman

peserta terkait ekosistem terumbu karang dan teknik transplantasi karang, masing-masing sebesar 40,00% dan 33,33%.

Kata kunci: pemandu wisata; Pulau Lemukutan; terumbu karang; transplantasi karang; wisata bahari

PENDAHULUAN

Pulau Lemukutan merupakan salah satu destinasi wisata bahari yang cukup diminati di Kalimantan Barat. Terletak di gugusan pulau kecil Kabupaten Bengkayang, Pulau Lemukutan memiliki sejumlah ekosistem penyangga kehidupan, seperti terumbu karang, lamun, dan mangrove. Berkembangnya pariwisata ini turut mendukung Rencana Induk Pembangunan Pariwisata Daerah Kalimantan Barat tahun 2017–2032 yang menetapkan Pulau Lemukutan sebagai salah satu Kawasan Strategis Pariwisata (KSP) daerah.

Terumbu karang menjadi salah satu ekosistem di Pulau Lemukutan yang cukup menonjol dibandingkan dengan lamun dan mangrove. Perairan Pulau Lemukutan diketahui hanya memiliki satu jenis lamun, yaitu *Thalassia hempricii*, dan termasuk kategori sedikit dan rusak/miskin (Gusmalawati & Sanova, 2018). Beberapa jenis vegetasi mangrove, seperti *Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, dan *Sonneratia alba*, ditemukan di Pulau Lemukutan.

Ekosistem terumbu karang dinilai sebagai salah satu ekosistem yang produktif dengan nilai ekonomi yang tinggi (Muhlis, 2011; van Zanten et al., 2014). Ekosistem ini memiliki berbagai peran, dari sektor pariwisata, perikanan, potensi pengembangan bahan aktif, hingga pelindung pantai (Lachs & Oñate-Casado, 2020). Namun, ekosistem terumbu karang juga sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan (Muhlis, 2011). Berbagai macam tekanan baik yang bersifat global maupun lokal menjadi ancaman serius bagi terumbu karang. Tekanan tersebut dapat berasal dari pemanasan global hingga kegiatan pariwisata serta tekanan ekologis akibat kegiatan perikanan (Lachs & Oñate-Casado, 2020; Lasagna et al., 2014).

Kegiatan wisata yang cukup berkembang di Pulau Lemukutan adalah *snorkeling*. Jenis kegiatan wisata ini dinilai cukup rentan terhadap kerusakan terumbu karang karena memiliki potensi kontak fisik dengan terumbu karang yang cukup besar (Webler & Jakubowski, 2016). Kontak fisik wisatawan saat *snorkeling* menjadi ancaman yang cukup serius bagi ekosistem terumbu karang.

Berbagai manfaat dan jasa yang disediakan ekosistem terumbu karang memicu beragam kepentingan dan mekanisme pengelolaan yang saling tumpang tindih di Pulau Lemukutan. Bahkan, saat ini kondisi ekosistem terumbu karang Pulau Lemukutan sudah banyak mengalami degradasi. Degradasi terumbu karang berpotensi mengubah spesies yang dominan pada ekosistem tersebut sehingga berdampak pada keanekaragaman hayati serta kemampuannya sebagai pelindung pantai (Pratchett et al., 2014; Roth et al., 2018; Zhao et al., 2019).

Degradasi ekosistem terumbu karang Pulau Lemukutan terlihat dari penurunan tutupan karang hidup dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Kalimantan Barat tahun 2005, kondisi tutupan karang Pulau Lemukutan termasuk kategori sedang hingga bagus dengan nilai 48,28%--67,08%, rata-rata 55,22%. Tutupan karang berkurang sekitar 6,13% pada tahun 2008 (Sudiono, 2008) dan pada tahun 2017 tutupan karang hanya tersisa sekitar 35,60% (Pranata et al., 2018).

Berbagai upaya perlu dilakukan untuk meminimalisasi degradasi ekosistem terumbu karang di Pulau Lemukutan, di antaranya melakukan transplantasi karang. Transplantasi karang merupakan upaya memperbanyak koloni karang dengan cara menanam fragmen

karang yang masih hidup pada suatu media (Faisal et al., 2018). Transplantasi karang adalah satu di antara serangkaian tindakan manajemen yang dapat digunakan untuk memperbaiki kondisi ekosistem (Pratiwi et al., 2019; Subhan et al., 2015). Akan tetapi, saat ini pemandu wisata di Pulau Lemukutan sebagai salah satu *stakeholder* yang berhubungan langsung dengan kegiatan wisata di Pulau Lemukutan masih belum mengetahui dengan baik teknik transplantasi karang. Bahkan, beberapa di antaranya masih belum mengetahui bahwa terumbu karang merupakan komponen biotik pada ekosistem pesisir. Oleh karena itu, diperlukan sosialisasi untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan terkait ekosistem terumbu karang dan upaya rehabilitasi ekosistem melalui teknik transplantasi karang.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini bertujuan meningkatkan kapasitas pemandu wisata Pulau Lemukutan melalui pelatihan teknik transplantasi karang. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan membuka peluang alternatif pendapatan bagi masyarakat. Dengan demikian, diharapkan pemandu wisata dapat turut serta menyosialisasikan dan mengajak wisatawan untuk berpartisipasi dalam upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Pulau Lemukutan.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan PKM dilakukan di Teluk Cina, Dusun Karang Utara, Desa Pulau Lemukutan, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. Pelatihan dilaksanakan pada 11 – 13 Maret 2021 dengan jumlah peserta lima belas pemandu wisata yang berasal dari Kelompok Lemukutan Guide dan Kelompok ARTUNA (Anak Remaja Teluk Cina). Peserta merupakan binaan PT Pertamina (Persero) dan Yayasan Jejak Pesisir Nusantara. Kegiatan ini dihadiri oleh Kepala Desa Pulau Lemukutan.

Ada tiga tahap kegiatan, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi kegiatan. Tahap persiapan kegiatan meliputi identifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan, koordinasi dengan *stakeholder* baik dari PT Pertamina (Persero) dan Yayasan Jejak Pesisir Nusantara selaku pemberi dana, pihak desa untuk pengurusan perizinan, maupun kelompok pemandu wisata sebagai sasaran kegiatan. Tahapan selanjutnya adalah menyusun materi serta teknis pelaksanaan kegiatan di lapangan.

Pelaksanaan kegiatan terbagi tiga tahap, yaitu penyampaian materi serta diskusi, praktik lapangan, dan evaluasi. Penyampaian materi dilaksanakan pada 11 Maret 2021 pukul 19.00 sampai dengan 21.00 WIB. Pemilihan waktu pelaksanaan diskusi disesuaikan dengan waktu luang peserta karena sebagian peserta masih melakukan kegiatan pada siang hari. Pelaksanaan praktik kegiatan transplantasi dilakukan pada hari berikutnya (12--13 Maret 2021) di PT Pertamina (Persero) Integrated Terminal Pontianak dan Yayasan Jejak Pesisir Nusantara.

Evaluasi kegiatan dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada awal (*prates*) dan pada akhir kegiatan (*postes*). Pertanyaan yang diberikan berhubungan dengan ekosistem terumbu karang serta teknik transplantasi karang. Hasil yang diperoleh pada kedua tes tersebut selanjutnya akan dianalisis untuk menentukan peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang disampaikan.

HASIL DAN DISKUSI

Kegiatan PKM dilaksanakan selama tiga hari, yang meliputi penyampaian materi dan diskusi, praktik langsung, serta evaluasi kegiatan.

Penyampaian Materi dan Diskusi

Materi yang disampaikan pada hari pertama meliputi pengenalan ekosistem terumbu karang dan teknik transplantasi karang (Gambar 1). Pengenalan ekosistem terumbu

karang penting untuk disampaikan karena pemandu wisata merupakan *stakeholder* yang berhadapan langsung dengan wisatawan. Dengan demikian, pemandu wisata dapat melakukan edukasi kepada wisatawan terkait dengan ekosistem terumbu karang. Materi teknik transplantasi karang berupa jenis modul dalam kegiatan transplantasi, sumber bibit, cara pengikatan bibit, hingga pemeliharaan.

Pada akhir penyampaian materi dilakukan diskusi terkait dengan kegiatan wisata di Pulau Lemukutan. Beberapa hal yang dibahas dalam sesi diskusi adalah sebagai berikut.

- a. Masih terdapat wisatawan yang tidak menggunakan jasa pemandu wisata untuk mendampinginya selama kegiatan *snorkeling*.
- b. Masih terdapat wisatawan yang melakukan kegiatan wisata yang kurang bertanggung jawab, salah satunya dengan mengambil karang baik yang telah mati maupun masih hidup.
- c. Beberapa masyarakat masih menggunakan karang mati (*rubble*) sebagai bahan bangunan.
- d. Saat ini belum ada peraturan desa yang mengatur kegiatan wisata di Pulau Lemukutan.

Hal-hal yang disampaikan dalam sesi diskusi tersebut menjadi permasalahan dalam pengembangan wisata bahari yang berkelanjutan di Pulau Lemukutan. Oleh karena itu, dukungan dari berbagai pihak sangat dibutuhkan agar dapat menjawab berbagai permasalahan tersebut.

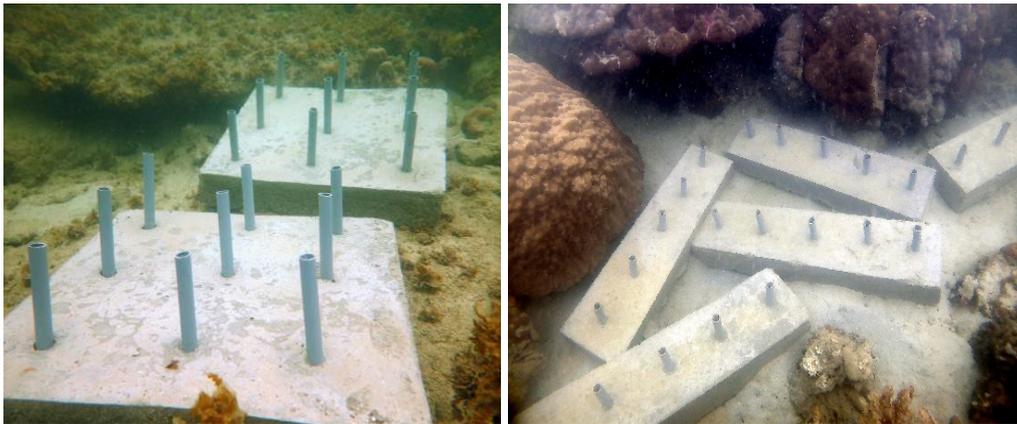


Gambar 1. Penyampaian materi dan diskusi

Praktik Lapangan

Tahapan selanjutnya dalam rangkaian pelatihan adalah praktik lapangan. Praktik lapangan dilakukan guna mengaplikasikan materi yang disampaikan. Kegiatan meliputi proses pengumpulan bibit, pengikatan, dan pemeliharaan pada modul transplantasi yang telah diikat dengan fragmen karang sebelumnya.

Modul transplantasi adalah wadah untuk mengikat atau menanam bibit karang. Modul transplantasi dapat terbuat dari berbagai macam bahan. Beberapa bahan yang umum digunakan untuk modul transplantasi, antara lain campuran semen dan pasir (beton), besi, pipa paralon, dan gabungan antara beton dan pipa paralon (Suharsono et al., 2013). Selain bahan, bentuk modul transplantasi juga sangat beragam (Gambar 2, Gambar 3). Beberapa modul transplantasi di Pulau Lemukutan telah dikembangkan di Perairan Pulau Lemukutan oleh PT Pertamina (Pesero) Integrated Terminal Pontianak dan Yayasan Jejak Pesisir Nusantara dengan melibatkan masyarakat Pulau Lemukutan.



Gambar 2. Modul beton sebagai tempat menempelkan bibit karang



Gambar 3. Modul besi berbentuk (a) terowongan; (b) parabola

Pengumpulan bibit

Sumber bibit untuk transplantasi karang sebaiknya tidak mengambil atau memotong karang yang sehat. Bibit karang dapat diperoleh dari patahan karang yang terjadi secara alami baik oleh gelombang maupun aktivitas biota laut. Selain itu, sumber bibit yang digunakan dapat berasal dari patahan karang akibat aktivitas wisatawan. Patahan atau fragmen karang tersebut harus segera diambil untuk dirawat atau langsung digunakan sebagai transplantasi untuk menghindari patahan karang tertutup oleh substrat dan ditumbuhi alga. Penutupan oleh alga tersebut mengakibatkan fragmen karang mati (Nurman et al., 2017).

Bibit yang dikumpulkan untuk kegiatan transplantasi berasal dari patahan karang yang ditemui di sekitar lokasi wisatawan berenang. Fragmen karang yang berhasil dikumpulkan selanjutnya disimpan dalam wadah dan diberi air laut serta dihindarkan dari sengatan matahari. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisasi stres pada fragmen karang. Kegiatan pengumpulan bibit/fragmen karang ini nantinya dapat dilakukan oleh pemandu wisata saat sedang memandu wisatawan *snorkeling*.

Fragmen karang yang digunakan untuk transplantasi berukuran 7--15 cm (Runtuwene et al., 2020). Fragmen karang yang berukuran besar, kemudian dipotong dengan ukuran yang sesuai (Gambar 4). Nantinya karang hasil transplantasi yang telah berkembang dapat digunakan sebagai sumber bibit.



Gambar 4. Bibit atau fragmen karang yang digunakan dalam transplantasi

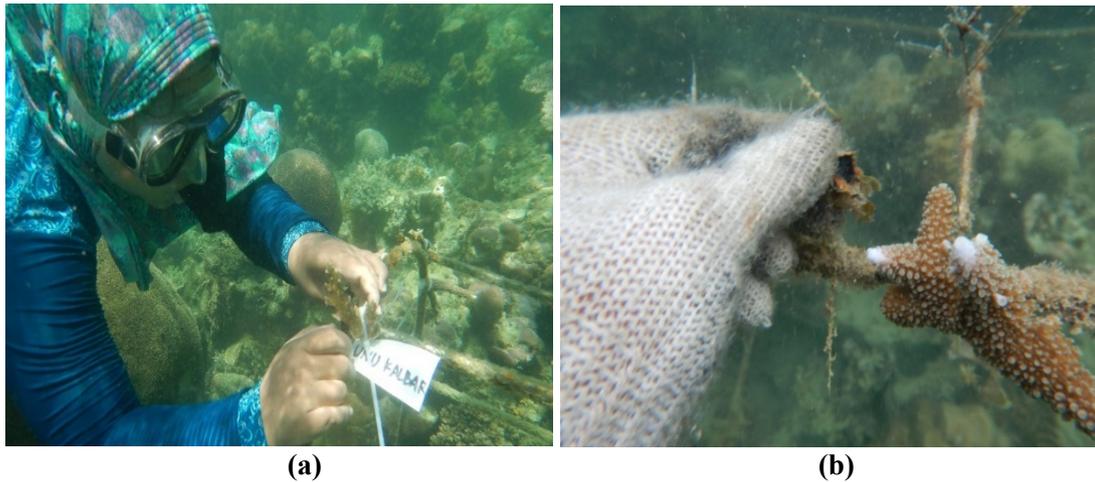
Pengikatan bibit/fragmen karang

Praktik pengikatan dilakukan pada kedalaman kurang dari satu meter di modul besi dengan bantuan alat *snorkeling* (Gambar 5a). Praktik pengikatan bibit/fragmen karang dilakukan oleh seluruh peserta secara bergantian. Fragmen karang ditempelkan pada modul dengan cara mengikatnya menggunakan bantuan kabel ties sekencang mungkin dalam posisi tegak (Herison & Romdania, 2017). Pada modul besi, bibit dapat diikat langsung pada besi, sedangkan pada modul beton bibit diikat pada pipa paralon (Iqbal et al., 2020). Pengikatan bibit karang dilakukan langsung di dalam air untuk mengurangi tekanan berupa paparan udara dan sinar matahari (Deschaseaux et al., 2014).

Kesalahan yang sering ditemukan dalam kegiatan transplantasi, termasuk yang dilakukan oleh kelompok Pemandu Wisata Pulau Lemukutan, adalah pengikatan bibit pada modul yang masih longgar. Hal tersebut mengakibatkan bibit bergeser, bahkan lepas ketika ada gelombang. Bibit yang tidak diikat kuat juga dapat mengganggu proses penempelan fragmen karang pada modul.

Pemeliharaan bibit karang

Pemeliharaan bibit merupakan hal sangat penting dalam kegiatan transplantasi. Pemeliharaan ini meliputi pembersihan modul di sekitar fragmen karang dari berbagai material yang menempel (Gambar 5b). Pemeliharaan dilakukan dengan cara melakukan pembersihan makroalga dan organisme lain yang tumbuh di modul transplantasi. Hal ini dilakukan untuk melindungi fragmen karang dari invasi makroalga. Dengan demikian, diharapkan jumlah fragmen karang yang telah ditanam dapat bertumbuh dan berkembang lebih baik dan tingkat kematian fragmen karang berkurang (Subhan et al., 2015).



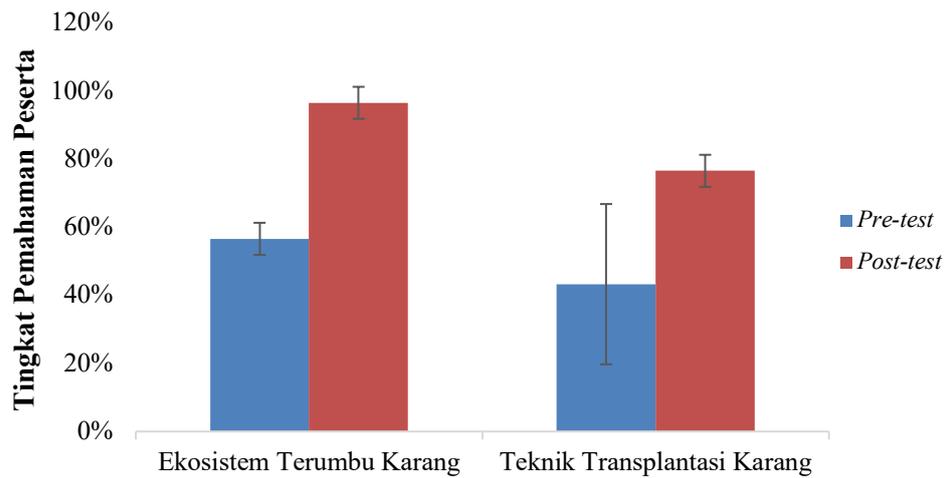
Gambar 5. Transplantasi karang: (a) pengikatan fragmen; (b) pembersihan modul

Pemeliharaan yang baik juga akan membantu bibit tumbuh dengan baik. Perkembangan fragmen karang yang baik akan mempercepat proses rehabilitasi dan menjadi daya tarik bagi wisatawan. Pemeliharaan yang baik terhadap fragmen karang juga berpeluang meningkatkan minat wisatawan untuk datang kembali. Wisatawan yang turut serta dalam kegiatan transplantasi karang akan tertarik untuk melihat kembali perkembangan bibit yang mereka tanam.

Evaluasi Kegiatan

Tahapan evaluasi dilakukan melalui prates sebelum kegiatan dan postes pada akhir rangkaian kegiatan praktik lapangan (Gambar 6). Peserta diberikan pertanyaan terkait pemahaman mengenai ekosistem terumbu karang dan peranannya serta teknik transplantasi karang. Sebanyak $56,67 \pm 4,71\%$ dari peserta sebelumnya telah mengetahui ekosistem terumbu karang beserta peranannya. Hal ini tidak terlepas dari peran pembinaan yang dilakukan oleh Yayasan Jejak Pesisir Nusantara sejak 2017. Beberapa peserta pada awal kegiatan masih belum mengetahui bahwa terumbu karang merupakan organisme hidup. Pemahaman peserta mengenai ekosistem terumbu karang meningkat dari $40,00\%$ menjadi $96,67 \pm 4,71\%$ pada akhir pelaksanaan kegiatan.

Beberapa peserta pelatihan pernah melakukan kegiatan transplantasi karang sehingga hasil prates menunjukkan sebanyak $43,33 \pm 23,57\%$ peserta telah memahami teknik transplantasi karang. Pada awal kegiatan sebagian peserta memahami sumber bibit dalam kegiatan transplantasi, tetapi belum sepenuhnya memahami cara pengikatan dan pemeliharaan pada fragmen karang. Hasil postes menunjukkan peningkatan pemahaman peserta terhadap teknik transplantasi karang sebesar $33,33\%$.



Gambar 6. Hasil evaluasi

Selain sebagai upaya rehabilitasi ekosistem, kegiatan transplantasi karang membuka peluang alternatif usaha bagi masyarakat, khususnya para pemandu wisata. Pemandu wisata dapat menawarkan diri untuk turut serta dalam kegiatan transplantasi karang kepada wisatawan dengan membayar Rp10.000,00 hingga Rp15.000,00 untuk setiap fragmen karang. Bahkan, beberapa wisatawan mau membayar lebih untuk turut melakukan transplantasi karang. Fragmen karang yang dibeli oleh wisatawan selanjutnya diikat pada modul yang telah disiapkan dan diberi label (Gambar 7). Proses pengikatan fragmen karang dapat dilakukan sendiri oleh wisatawan atau dibantu oleh pemandu wisata. Upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang dengan melibatkan wisatawan juga telah dilakukan di Okinawa, Jepang (Okubo & Onuma, 2015).



Gambar 7. Bentuk peran wisatawan dalam kegiatan transplantasi karang

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi, pemahaman pemandu wisata terkait ekosistem terumbu karang meningkat sebesar 40,00%. Pemahaman terkait teknik transplantasi karang sebagai salah satu upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang juga meningkat sebesar 33,33%. Dukungan dari berbagai pihak sangat dibutuhkan untuk menyukseskan program rehabilitasi karang melalui teknik transplantasi. Saran yang diajukan adalah perlu dirancang sebuah peraturan desa yang mengatur kegiatan wisata di Pulau Lemukutan dan merangkul pemandu wisata untuk turut melakukan pengawasan terhadap kegiatan wisata di Pulau Lemukutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada PT Pertamina (Persero) Integrated Terminal Pontianak yang telah mendanai kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Desa Pulau Lemukutan yang turut serta mendukung kegiatan PKM ini sehingga dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR REFERENSI

- Deschaseaux, E. S. M., Jones, G. B., Deseo, M. A., Shepherd, K. M., Kiene, R. P., Swan, H. B., Harrison, P. L., & Eyre, B. D. (2014). Effects of environmental factors on dimethylated sulfur compounds and their potential role in the antioxidant system of the coral holobiont. *Limnology and Oceanography*, 59(3), 758–768. <https://doi.org/10.4319/lo.2014.59.3.0758>.
- Faisal, F., Lova, S. M., & Ananda, L. J. (2018). Potret efektivitas pelaksanaan corporate social responsibility (CSR) oleh PT Pertamina (Persero) Marketing Operation Region (Mor) I – Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Teluk Kabung melalui Program Bangun Industri Desa (Bid) Bisnis Perikanan di Kecamatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 24(3), 770. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v24i3.11600>.
- Herison, A., & Romdania, Y. (2017). Bantuan penyuluhan dan kegiatan transplantasi terumbu karang di Pantai Ketapang Kabupaten Pesawaran. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 23–28.
- Iqbal, M., Indrajayanti, M., Syaifullah, S., & Hartati, H. (2020). Pemberdayaan masyarakat melalui transplantasi karang hias dengan media jaring di Taman Wisata Alam Laut (Twal) Pulau Satonda. *Abdi Masyarakat*, 2(2). <https://doi.org/10.36312/abdi.v2i2.1603>.
- Lachs, L., & Oñate-Casado, J. (2020). Fisheries and tourism: Social, economic, and ecological trade-offs in coral reef systems. *YOUMARES 9- The Oceans: Our Research, Our Future*, 243–260. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4_13.
- Lasagna, R., Gnone, G., Taruffi, M., Morri, C., Bianchi, C. N., Parravicini, V., & Lavorano, S. (2014). A new synthetic index to evaluate reef coral condition. *Ecological Indicators*, 40, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2013.12.020>.
- Muhlis, M. (2011). Ekosistem terumbu karang dan kondisi oseanografi perairan kawasan wisata bahari Lombok. *Berkala Penelitian Hayati*, 16(2), 111–118. <https://doi.org/10.23869/bphjbr.16.2.20112>.
- Nurman, F. H., Sadarun, B., & Palupi, R. D. (2017). Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora formosa* hasil transplantasi di perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. *Sapa Laut*, 2(4), 119–125. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JSL/article/view/3820/2911>.
- Okubo, N., & Onuma, A. (2015). An economic and ecological consideration of commercial coral transplantation to restore the marine ecosystem in Okinawa, Japan. *Ecosystem Services*, 11, 39–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.009>.
- Pranata, N. B., Seto, A., & Sanova, S. (2018). Kondisi ekosistem terumbu karang di Teluk Cina Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1(2), 9-16.
- Pratchett, M. S., Hoey, A. S., & Wilson, S. K. (2014). Reef degradation and the loss of critical ecosystem goods and services provided by coral reef fishes. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 7, 37–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.022>.
- Pratiwi, D. B., Ramses, R., & Efendi, Y. (2019). Perbedaan laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang jenis *Montipora tuberculosa* berasal dari induk transplantasi dengan induk dari alam. *Simbiosis*, 8(1), 10. <https://doi.org/10.33373/sim-bio.v8i1.1529>.

- Roth, S. K., Powell, A., Smith, D. J., Roth, F., & Schierwater, B. (2018). The highly competitive ascidian *Didemnum* sp. threatens coral reef communities in the Wakatobi Marine National Park, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 24, 48–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.07.001>.
- Runtuwene, S. M., Manembu, I. S., Mamangkey, N. G., Rumengan, A. P., Paransa, D., & Sambali, H. (2020). Laju pertumbuhan karang *Acropora formosa* yang ditranplantasi pada media tempel dan media gantung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 8(1), 98. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27553>.
- Subhan, B., Madduppa, H., Arafat, D., & Soedharma, D. (2015). Bisakah transplantasi Karang perbaiki ekosistem terumbu karang? *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 1(3), 159. <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i3.10292>.
- Sudiono, G. (2008). *Analisis pengelolaan terumbu karang pada kawasan konservasi laut daerah (KKLD) Pulau Randayan dan sekitarnya Kabupaten Bengkayang Provinsi Kalimantan Barat*. 175.
- Suharsono, Siringoringo, R. M., Hadi, T. A., Giyanto, Tuti, Y., Budiyanto, A., & Sulha, S. (2013). *Perkembangan teknik transplantasi karang di Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- van Zanten, B. T., van Beukering, P. J. H., & Wagtendonk, A. J. (2014). Coastal protection by coral reefs: A framework for spatial assessment and economic valuation. *Ocean & Coastal Management*, 96, 94–103.
- Webler, T., & Jakubowski, K. (2016). Mitigating damaging behaviors of snorkelers to coral reefs in Puerto Rico through a pre-trip media-based intervention. *Biological Conservation*, 197, 223–228. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2016.03.012>.
- Zhao, M., Zhang, H., Zhong, Y., Jiang, D., Liu, G., Yan, H., Zhang, H., Guo, P., Li, C., Yang, H., Chen, T., & Wang, R. (2019). The status of coral reefs and its importance for coastal protection: A case study of Northeastern Hainan Island, South China Sea. *Sustainability*, 11(16), 4354. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su11164354>.