

Restorasi Taman Bawah Laut sebagai Langkah Adaptif terhadap Dampak Perubahan Iklim Global El-Nino dan La-Nina

Nia Kurniasih¹, Sansan Ziaul Haq², Esa Fajar Hidayat^{3*}

^{1,2}Institut Teknologi Bandung

³Universitas Brawijaya

*Corresponding author, e-mail: esafajarh21@ub.ac.id.

Abstrak

Terumbu karang secara global mampu menyerap karbon sebesar 70-90 Megaton, membuatnya berperan sangat krusial dalam mengendalikan iklim global. Mengingat Indonesia sebagai salah satu negara dengan populasi dan keragaman terumbu karang terbesar di dunia, maka Indonesia memiliki peran yang signifikan bagi keseimbangan iklim dunia. Namun sayangnya, terumbu karang di Indonesia banyak mengalami kerusakan, yang jika tidak segera ditangani akan berdampak pada lingkungan. Demikian, kegiatan pengabdian ini bertujuan merestorasi area terumbu karang di sekitar Pulau Pisang dengan teknik transplantasi. Pulau ini dipilih sebagai lokasi pengabdian, sebab termasuk area pemantauan penyimpangan suhu atmosfer-laut dan juga daerah tertinggal yang membutuhkan pemberdayaan. Implementasi kegiatan pengabdian ini dilaksanakan dengan tahapan-tahapan sosialisasi dan diskusi, identifikasi, cek kualitas perairan, dan transplantasi. Sebagai tahapan inti, transplantasi terumbu karang dilakukan dengan cara menanamnya pada media berkonsep jaring laba-laba. Hasil pengabdian menunjukkan perubahan pola pikir dan komitmen moral lingkungan masyarakat terhadap kehidupan laut dan terumbu karang.

Kata Kunci: Restorasi Taman Bawah Laut, Transplantasi Terumbu Karang, Perubahan Iklim.

Abstract

Globally, coral reefs are capable of absorbing 70-90 Megatons of carbon, making them crucial in regulating the global climate. As one of the countries with the largest population and diversity of coral reefs in the world, Indonesia plays a significant role in maintaining global climate balance. Unfortunately, many coral reefs in Indonesia are damaged, which, if not addressed promptly, will have environmental impacts. Therefore, this community service project aims to restore coral reef areas around Pulau Pisang using transplantation techniques. This island was chosen as the project site because it is part of the monitoring area for atmospheric-ocean temperature anomalies and is a disadvantaged region in need of empowerment. The implementation of this project involved several stages, including socialization and discussions, identification, water quality checks, and transplantation. As the core phase, coral transplantation was conducted by planting them on spider web-shaped structures. The results of the project showed a shift in the community's mindset and a strengthened moral commitment to protecting marine life and coral reefs.

Keywords: Climate Change; Coral Reef Transplantation; Underwater Garden Restoration.

How to Cite: Kurniasih, N., Haq, S. Z. & Hidayat, E. F. (2025). Restorasi Taman Bawah Laut sebagai Langkah Adaptif terhadap Dampak Perubahan Iklim Global El-Nino dan La-Nina. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 7(1), 209-217.

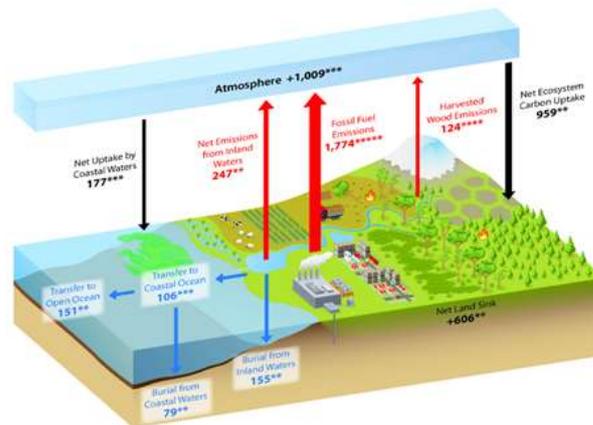


This is an open access article distributed under the Creative Commons Share-Alike 4.0 International License. If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. ©2025 by author.

Pendahuluan

Posisi Indonesia yang berada di tengah Samudera India dan Samudera Pasifik membawa keuntungan terhadap keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Namun, disamping itu terdapat ancaman iklim global akibat penyimpangan suhu dari interaksi atmosfer-laut di Samudera India dan khususnya Pasifik. Salah satu anomali suhu di lautan tersebut dikenal dengan istilah El-Nino dan La-Nina, di mana salah satu kawasan yang terdampak El-Nino maka kawasan lain dengan kondisi suhu sebaliknya akan terkena La-Nina (Syaifulah, 2001). Indonesia, baik di darat dan laut, sudah belasan kali mengalami bencana iklim ini diantaranya yang terparah pada tahun 1997 dan 2006. Pada tahun 2023 yang lalu, Indonesia terdampak El-Nino level rendah cenderung menengah. Beberapa tahun belakang juga terdampak La-Nina level ringan. Bencana iklim ini tidak dapat dihindari karena sifatnya yg berasal dari perubahan suhu di area yang sangat luas dan jauh. Meskipun tidak dapat dihindari, namun manusia harus memiliki kepekaan untuk beradaptasi.

Intergovernmental Panel Climate Change (IPCC), yang merupakan wadah PBB yang berkonsentrasi pada perubahan iklim, pada 2018 silam menyebutkan bahwa akan terjadi kenaikan suhu global sebesar 1.5o C pada tahun 2052 (Zhou, 2021). Namun angka tersebut berubah di tahun 2021 di mana kenaikan suhu global menjadi 10 tahun lebih cepat yaitu 2042. Kondisi tersebut di tengarai akibat meningkatnya faktor manusia (antropogenik) yang menyebabkan meningkatnya karbon (CO₂) di atmosfer. Anomali iklim global ini, dalam bentuk El-Nino dan La-Nina, paling berdampak pada laut, memaksanya menanggung beban emisi karbon dan peningkatan suhu yang semakin membesar tiap tahunnya. Ini terjadi karena interaksi antara laut dengan atmosfer—yang diistilahkan dengan flux—memungkinkan transfer energi panas yang diikuti dengan karbon diantara keduanya sehingga iklim yang tercipta di area atmosfer dapat dipengaruhi oleh laut, begitu pula ekosistem di kolom perairan laut yang mendapat pengaruh dari atmosfer. Namun demikian, perlu diketahui bahwa laut menyerap 25% dari total karbon global dan menangkap 90% panas yang di hasilkan dari emisi karbon (Heinze, et al., 2015). Oleh sebab itu, karbon yang berasal dari atmosfer lebih banyak terserap oleh laut dibanding darat. Hal ini memberikan gambaran jelas bahwa ekosistem laut sangatlah rentan terhadap isu perubahan iklim. Sebagai langkah adaptif terhadap kenaikan suhu global, pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merestorasi dan memperluas ekosistem terumbu karang di daerah yang terdampak, sekaligus memberikan edukasi kepedulian iklim kepada Masyarakat setempat.



Gambar 1. Interaksi panas dan karbon terhadap laut dan darat (De Vries, 2022)

Isu perubahan iklim global yang berdampak secara regional di laut Indonesia harus disikapi dengan serius guna menghindari akibat yang lebih parah. Adaptasi perubahan iklim dapat dilakukan dengan pendekatan Blue Carbon (De Vries, 2022), yaitu menyimpan cadangan karbon dengan memanfaatkan sumberdaya laut yang banyak ditemukan di perairan laut Indonesia. Salah satu media penyimpan cadangan karbon yang efisien dan bernilai ekonomis adalah terumbu karang. Terlebih dari itu, Indonesia merupakan salah satu bagian dari coral triangle (52% dari total secara global) dengan banyaknya spesies terumbu karang dan luasan area perairan dangkal yang tertutupi ekosistem terumbu karang. Karbon yang disimpan oleh terumbu karang diubah dalam bentuk CaCO₃ sebagai tulang (skeleton). Mengingat bahwa terumbu karang adalah hewan laut yang secara alami juga menghasilkan karbon, tentu perlu dihitung efisiensi terumbu karang sebagai alternatif dalam menangani isu perubahan iklim. Data mencatat bahwa terumbu karang (global) menghasilkan 1.89 Megaton karbon per/tahun, namun mampu menyimpan cadangan karbon sebesar 70 sampai 90 Megaton karbon (dimana 1 mole CO₂ setara 44g).

Terumbu karang merupakan ekosistem perairan dangkal yang umumnya mengelilingi pulau-pulau kecil di Indonesia. Di samping memiliki peran penyerap karbon global, peran vital terumbu karang juga

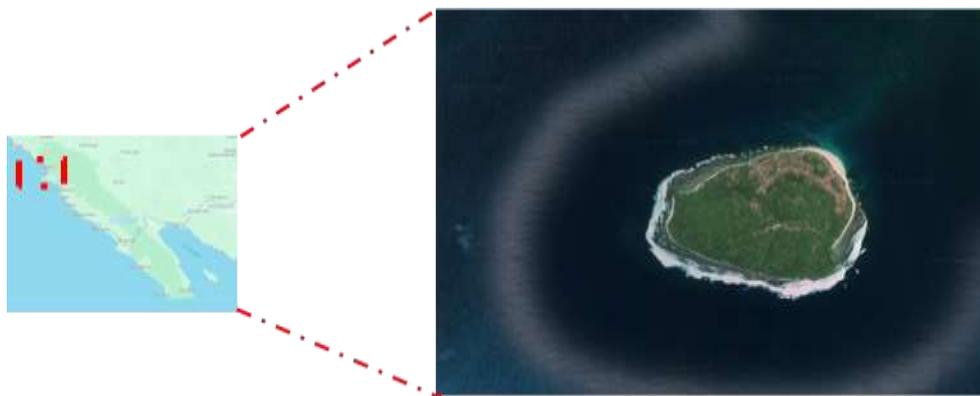
terletak pada fungsinya sebagai tempat biota perairan dangkal untuk memijah, mencari makan, dan bertempat tinggal. Bersama dengan itu, terumbu karang juga menyimpan nilai warisan sejarah, dimana setiap lapis skeleton membawa informasi kondisi iklim di lautan dari tahun ke tahun bahkan ratusan tahun terdahulu. Sayangnya, kondisi terumbu karang di Indonesia—berdasarkan data terakhir LIPI pada tahun 2018—mengalami penurunan dan kerusakan yang cukup signifikan. El-Nino ekstrem di perairan Indonesia pada tahun 2009, dan tahun-tahun belakangan ini (2015, 2016, 2023) pada level moderat telah mengakibatkan kerusakan ekosistem terumbu karang. Situasi ini membutuhkan atensi dan tindakan yang nyata untuk memitigasi bencana dan merestorasi dampak yang sudah diakibatkan (Alvarado et al., 2019).

Konsentrasi kegiatan Pengabdian Masyarakat (PM) ini adalah kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil (PPPK) yang sangat rentan terhadap perubahan iklim. Selain karena rendahnya elevasi, umumnya kawasan PPPK di Indonesia juga secara litologi tersusun dari batuan-batuan yang mudah mengalami degradasi yang disebabkan oleh interaksi langsung dengan proses fisik laut terbuka. Demikian, alam sudah menyiapkan alternatifnya dari bawah laut yaitu terumbu karang untuk mereduksi energi gelombang yang datang ke garis pantai. Secara alami, terumbu karang hidup menyesuaikan dengan dinamika fisik laut, karakteristik laut dengan energi gelombang besar maka tipe terumbu karang yang hidup adalah *hard (massive) coral*, begitu pula apabila karakter gelombangnya lebih kecil maka menjadi habitat bagi *branch coral* dan *soft coral*. Disamping itu, terumbu karang hanya akan hidup pada kedalaman tertentu yang masih memungkinkan sinar matahari menembus permukaan air laut dan Tingkat kadar garam tertentu. Perubahan iklim sangat memberi dampak terhadap ekosistem terumbu karang yang mampu mempengaruhi suhu laut, kadar garam, dan bahkan pola pasang surut air laut.

Berdasarkan kondisi di atas, maka tujuan dari PM ini adalah untuk (1) merestorasi ekosistem terumbu karang yang rusak karena dampak El-Nino dan La-Nina; (2) memperluas area penanaman jaringan terumbu karang sebagai langkah antisipasi kemungkinan El-Nino yang lebih parah di tahun 2024; (3) memberikan edukasi kepada Masyarakat mengenai pentingnya menjaga ekosistem terumbu karang dan menginisiasi terbentuknya kelompok masyarakat peduli perubahan iklim. Adapun masyarakat sasaran kegiatan PM ini adalah masyarakat pesisir Kecamatan Pulau Pisang yang secara administratif berada di Kabupaten Pesisir Barat Provinsi Lampung. Jumlah Masyarakat yang akan dilibatkan sejumlah 50 orang yang berprofesi nelayan dan pelajar sekolah menengah atas. Masyarakat dan pelajar setempat adalah motor penggerak utama dalam menangani dampak perubahan iklim global dalam skala lokal. Tim PM memiliki peran memberikan edukasi, transfer ilmu pengetahuan, dan memfasilitasi aksi restorasi.

Metode Pelaksanaan

Mengingat lokasi kegiatan pengabdian yang terletak pada remote area, maka pendekatan awal yang digunakan adalah dengan metode penginderaan jauh (Lasmi et al., 2015). Metode ini memiliki konsep observasi lapangan tanpa menyentuh langsung objeknya. Satu diantaranya adalah dengan memanfaatkan foto perekaman citra satelit (Muhsoni, 2015). Gambar 2 menampilkan penampakan dan lokasi Pulau Pisang dari atmosfer. Terlihat bahwa Pulau Pisang berada pada wilayah yang cukup terisolir dan berhadapan langsung dengan Samudera India. Tampak juga adanya area permukiman di dalam pulau meskipun tidak padat.



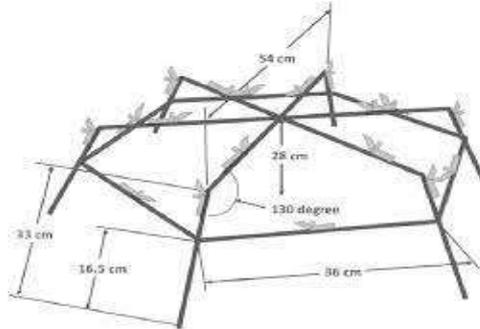
Gambar 2. Lokasi Pengabdian Masyarakat

Setelah dilakukan pra-tinjau secara jauh, tahapan berikutnya adalah survei dan implementasi rencana restorasi. Pelaksanaan kegiatan lapangan ini dilakukan bersama dengan stakeholder lokal terkait, dan tentunya masyarakat yang tinggal di Pulau Pisang. Untuk lebih rincinya, alur pelaksanaan kegiatan lapangan ini secara divisualisasikan melalui Gambar 3.



Gambar 3. Alur Survei Pengabdian Masyarakat

Komunikasi kepada otoritas lokal dan masyarakat setempat dilakukan sebagai bentuk adab sosial, supaya ilmu dan gagasan yang akan ditransferkan ke masyarakat setempat bisa diterima. Sebab, komunikasi yang tepat dapat menghasilkan perubahan sikap pada orang yang terlibat di dalamnya (Samovar, 2013; Zahra & Yuliana, 2023). Selanjutnya, dilakukan identifikasi area yang akan direstorasi dengan cara menyelam menggunakan alat *SCUBA Diving*. Ditambahkan pula control kualitas perairan dengan *water quality checker* sebagai data awal terkait kondisi lingkungan perairan. Langkah terakhir di tahap ini adalah penanaman terumbu karang dengan mentransplantasikannya pada media transplan berkonsep jaring laba-laba. Desain media transplan jaring laba-laba memungkinkan untuk biota laut hidup di dalam kolom jaring, selain itu juga untuk memecah arus laut menjadi arus ber-energi kecil sehingga mengurangi dampak kerusakan. Multi rangka memberi dampak kokoh dan stabil, dan juga berfungsi membuat ruang untuk stabilisasi substrat (Paulangan et al., 2023). Desain media transplan jaring laba-laba divisualisasikan pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Desain Jaring Laba-Laba Media Transplantasi Terumbu Karang

Tahapan terakhir adalah monitoring dan evaluasi (M&E). Sebagai bagian penting dari kegiatan pengabdian ini, M&E bertujuan untuk mengukur dan mengevaluasi tingkat keberhasilan program intervensi pengabdian sesuai dengan rencana, sebagai bahan evaluasi dan rekomendasi untuk peningkatan kualitas dan penembangan program kedepannya (Suparno & Asmawati, 2019). Kegiatan pengabdian masyarakat ini dijadwalkan untuk dua kali kunjungan ke lokasi. M&E dijadwalkan pada kunjungan kedua untuk mengobservasi hasil kegiatan pada kunjungan pertama. Selain itu, pada tahap ini dilakukan juga diskusi dengan masyarakat terkait implementasi kegiatan dan dampak timbal balik hubungan manusia-lingkungan. Melihat kondisi masyarakat di Pulau Pisang yang terisolir dari daratan utama (*mainland*) Sumatera, dampak dari kegiatan pengabdian ini diharapkan dapat menstimulasi pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut kedepannya, melalui pengembangan sektor pariwisata ataupun peningkatan hasil tangkapan laut.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan restorasi terumbu karang ini sesuai dengan poin ke-13 dan ke-14 dari 17 tujuan dan sasaran global (*Sustainable Development Goals*) tahun 2030 dalam upaya mensejahterakan masyarakat dunia yang dideklarasikan di Sidang Umum PBB pada September 2015, yaitu poin penanganan perubahan iklim dan ekosistem lautan. Selain kedua sasaran ini, implementasi restorasi ini diharapkan dalam jangka panjangnya dapat mendukung pengembangan sektor pariwisata taman bawah laut dan juga meningkatkan hasil tangkapan ikan nelayan, sehingga dapat memajukan ekonomi masyarakat setempat. Sebab, di samping memiliki nilai estetis dan keindahan yang dapat memanjakan mata, terumbu karang memiliki peran yang fundamental bagi keberlangsungan kehidupan laut yang sehat dan produktif (Spalding et al., 2001). Kerusakan terumbu karang dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati, hilangnya sumber makanan, dan kerusakan ekosistem laut secara lebih luas (Rani, 2003; Nabilla & Anggriyani, 2024).

Hipotesis awal dari pengabdian ini adalah bahwa restorasi bawah laut di sekitar Pulau Pisang dalam jangka pendeknya dapat menambah wawasan lingkungan masyarakat sekitar, serta menstimulus keterlibatan mereka dalam menjaga laut dan melestarikan terumbu karang. Maka dari itu, pengabdian ini perlu melibatkan peran serta masyarakat setempat (Rahmat & Mirnawati, 2020), mengingat pihak yang

berkepentingan dan yang akan menerima manfaat langsung dari restorasi terumbu karang di Pulau Pisang adalah mereka sendiri. Sebelum implementasi program restorasi, diperlukan sosialisasi dan penyuluhan terlebih dahulu terkait ilmu dan gagasan yang akan diberikan kepada mereka sebagai penerima manfaat. Diselenggarakan pada 18 Juli 2024 di Pulau Pisang, program sosialisasi ini fokus membahas fenomena perubahan iklim dan menekankan pentingnya kelestarian terumbu karang bagi keberlanjutan kehidupan bumi, yang juga dapat memberi manfaat ekonomi bagi manusia (Wirawan & Surya, 2021). Penyuluhan dan penyadaran ini penting untuk menempa tanggungjawab lingkungan (*environment responsibility*) (Lenzen & Murray, 2010) pada masyarakat sekitar, sehingga mereka sendiri yang nantinya akan menjaga lingkungan dan melestarikan terumbu karang di pulau Pisang. Dengan demikian, seluruh rangkaian kegiatan pengabdian berfungsi sebagai katalisator bagi peningkatan kesadaran dan tanggung jawab lingkungan masyarakat sekitar Pulau Pisang.



Gambar 5. Pelaksanaan Sosialisasi dan Diskusi

Untuk mengukur wawasan dan kesadaran masyarakat sekitar terkait isu perubahan iklim dan peran penting terumbu karang bagi kehidupan, tim pengabdian menyebarkan kuesioner sederhana kepada 46 peserta, yang mayoritasnya berprofesi sebagai nelayan dan sebagian kecilnya merupakan pelajar. Kuesioner ini terdiri dari 3 variabel, yaitu: (1.) kesadaran responden akan masalah perubahan iklim; (2.) pemahaman tentang terumbu karang; (3.) praktik-praktik berkelanjutan (*sustainability*). Masing-masing dari ketiga variabel ini kemudian dirumuskan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan terukur. Penyebaran kuesioner ini dilakukan dua kali; yang pertama dilakukan di awal sosialisasi dan yang kedua dilaksanakan pasca-implementasi restorasi yang masuk ke dalam tahap evaluasi. Teknik penyebaran seperti ini digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini pada perubahan pola pikir dan kesadaran masyarakat setempat terkait masalah perubahan iklim dan manfaat terumbu karang.

Hasil kuesioner yang disebar di awal sosialisasi secara kualitatif menunjukkan bahwa secara umum masyarakat di Pulau Pisang memiliki kesadaran terkait perubahan iklim dan manfaat terumbu karang bagi ekosistem laut, namun kurang memiliki wawasan dan inisiatif terkait tindakan-tindakan nyata untuk menjaga dan merawat lingkungan sekitar. Untuk variabel pertama, yakni terkait kesadaran terhadap problem perubahan iklim, hampir semua responden sepakat munculnya berbagai gejala alam yang dianggap tidak normal, seperti suhu udara yang tidak stabil, lebih panas ataupun lebih dingin dari biasanya. Di samping itu, mayoritas responden juga setuju bahwa perubahan iklim mempengaruhi kehidupannya. Sebagian ada yang berpendapat bahwa perubahan iklim mengganggu kesehatan dan daya tahan tubuh, sebagian berpendapat perubahan iklim mengganggu pertanian, dan sebagian lain menjawab mengganggu tangkapan ikan.

Terkait dengan variabel kedua, yaitu pemahaman tentang terumbu karang, semua responden secara kualitatif setuju bahwa terumbu karang sangat penting bagi keberlangsungan ekosistem laut. Mayoritas responden juga memiliki kesepahaman bahwa terumbu karang memiliki berbagai manfaat bagi lingkungan dan komunitas mereka, seperti perlindungan dari badai dan erosi, sumber makanan, pendapatan dari pariwisata taman bahari, konservasi keanekaragaman hayati, dan lain-lain. Hasil ini menunjukkan bahwa secara kognitif, komunitas setempat memahami benar fungsi penting terumbu karang bagi kehidupan laut, yang pada gilirannya dapat memberikan manfaat langsung kepada mereka sendiri. Intinya, mereka sadar bahwa ketika kita memperlakukan alam dengan baik, maka alam juga memberikan kita kebaikan-kebaikannya.

Sementara terkait variabel terakhir, yaitu praktik-praktik berkelanjutan, hasil kuesioner pra-sosialisasi secara kualitatif menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk setempat tidak memiliki wawasan yang cukup terkait tindakan-tindakan yang dapat mendukung keberlanjutan alam sekitar, dan tidak terlibat aktif dalam praktik-praktik pelestarian lingkungan. Mayoritas menjawab negatif ketika diberi pertanyaan terkait inisiatif dan keterlibatan dalam kegiatan yang dapat membantu melindungi lingkungan dan melestarikan terumbu karang. Meskipun demikian, tanpa menutup mata, sebagian kecil ada yang mengaku *aware* terkait tindakan-tindakan yang dapat menunjang kelestarian alam sekitar, dan bahkan yang terlibat langsung dalam

kegiatan pelestarian lingkungan dan khususnya terumbu karang. Hasil dari variabel ketiga ini menunjukkan bahwa kegiatan sosialisasi ini mesti difokuskan pada ranah ini, yakni ranah penempaan kesadaran lingkungan masyarakat Pulau Pisang dan penjelasan tindakan-tindakan sederhana yang dapat menopang keberlanjutan lingkungan sekitar dan khususnya kelestarian terumbu karang.

Setelah tahap sosialisasi, kemudian tim pengabdian melakukan proses identifikasi secara langsung pada area yang akan direstorasi dengan cara menyelam menggunakan alat SCUBA Diving. Pada saat yang sama, tim juga melakukan control kualitas perairan dengan menggunakan *water quality checker* untuk mendapatkan data awal terkait kondisi lingkungan perairan. Identifikasi dan pengecekan ini penting untuk menunjang pemasangan media transplanan yang efektif dan sesuai dengan kondisi riil.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa taman bawah laut di Pulau Pisang membutuhkan perawatan. Terdapat banyak area terumbu karang yang sudah rusak dan bahkan mati yang disebabkan oleh berbagai faktor. Oleh karenanya, transplantasi terumbu karang untuk merestorasi kualitas ekosistem taman bawah laut di beberapa area memang dibutuhkan. Sementara hasil pengecekan susu air menunjukkan bahwa suhu rata-rata air laut di sekitar Pulau Pisang adalah 27.4° C. Ini menunjukkan tingkat suhu yang relatif tinggi, mengingat suhu ideal bagi pertumbuhan terumbu karang umumnya berkisar antara 23°-25° C. Suhu yang relatif tinggi ini bisa jadi diakibatkan oleh pemanasan global. Namun demikian, terumbu karang memiliki kemampuan bertahan dan adaptasi yang cukup baik, sehingga bisa bertahan pada suhu 36°- 40° C (Luthfi et al., 2021). Dengan demikian, terumbu karang masih bisa tumbuh di perairan sekitar Pulau Pisang, sehingga secara ilmiah proses transplantasi sangat mungkin dilakukan.

Setelah menentukan area yang dianggap paling strategis untuk proses transplantasi, tim kemudian memasang media transplantasi yang berbentuk seperti jaring laba-laba. Pemilihan desain jaring laba-laba ini didasari oleh beberapa alasan, yaitu: (1) Struktur ini meniru lingkungan alami terumbu karang sehingga dapat membantu fragmen karang yang baru untuk menempel dan tumbuh secara alami; (2) multi rangka pada desain ini memberi dampak kokoh dan stabil, dan mudah dipasang di berbagai jenis substrat, baik karang mati ataupun struktur buatan; (3) desain ini memungkinkan biota laut untuk hidup di dalam kolom jaring, mendorong terbentuknya ekosistem bawah laut yang lebih variatif; (4) desain ini memiliki kemampuan memecah arus laut menjadi arus ber-energi kecil sehingga dapat mengurangi potensi kerusakan; (5) dari sisi biaya, penggunaan jaring laba-laba lebih efisien dibandingkan dengan metode transplantasi lainnya karena tingkat keberhasilannya yang tinggi; (6) material yang digunakan untuk membuat desain ini ramah lingkungan dan tidak membahayakan ekosistem laut (Firihu et al., 2022; Nuryadin & Rahayu, 2023). Ringkasnya, keunggulan media transplantasi dengan desain jaring laba-laba terletak pada kemampuannya untuk meniru habitat alami terumbu karang, memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi, dan mampu meminimalisir dampak lingkungan.



Gambar 6. Pemasangan Media Transplantasi Jaring Laba-laba

Tahapan terakhir dari program pengabdian ini adalah monitoring dan evaluasi (M&E). Sebagai bagian integral dalam setiap program pengabdian masyarakat, tahapan M&E secara ringkas berfungsi untuk mengukur sejauh mana program pengabdian mencapai target yang telah ditetapkan, mengidentifikasi kendala ataupun tantangan yang muncul, dan memperbaiki desain, metode, ataupun sasaran dari pelaksanaan kegiatan (Suparno & Asmawati, 2019). Mengingat jangka pengabdian ini terbatas hanya setahun, sementara pertumbuhan terumbu karang untuk mencapai ukuran yang signifikan memerlukan jangka waktu bertahun-tahun bahkan berpuluh-tahun, maka M&E dalam kegiatan pengabdian ini berfokus pada pengukuran secara kualitatif dampak sosialisasi dan diskusi—yang dilaksanakan pada tahap awal pengabdian—terhadap perubahan cara pandang dan tanggung jawab lingkungan masyarakat setempat. Sebagaimana disebutkan di awal, kegiatan pengabdian ini dapat diposisikan sebagai pematik bagi perubahan moral lingkungan mereka, sehingga kedepannya mereka sendiri yang diharapkan menjaga lingkungan laut dan merawat proses restorasi taman bawah laut ini.

Untuk mengukur perubahan moral lingkungan ini, tim membangikan kuesioner yang sama dengan yang disebar di tahap awal sosialisasi kepada 44 responden yang hadir. Secara umum, hasil kuesioner pasca sosialisasi dan restorasi ini menunjukkan peningkatan wawasan dan munculnya inisiatif terkait tindakan menjaga dan merawat lingkungan laut dan terumbu karang. Untuk variabel yang pertama dan kedua, yaitu kesadaran responden akan masalah perubahan iklim dan pemahaman tentang terumbu karang, terdapat peningkatan wawasan meski tidak terlalu signifikan. Sebab, di awal sosialisasi pun, mayoritas responden setuju bahwa perubahan iklim itu nyata dan merugikan, dan bahwa terumbu karang itu memiliki berbagai manfaat lingkungan yang pada gilirannya dapat menopang kehidupan manusia.

Peningkatan wawasan secara signifikan tampak pada jawaban-jawaban responden terhadap variabel ketiga, yaitu praktik-praktik berkelanjutan. Jika sebelumnya di awal sosialisasi mayoritas responden tampak tidak memiliki wawasan memadai terkait pelestarian lingkungan laut dan kurang berinisiatif dalam praktik-praktik pelestarian terumbu karang, maka pasca sosialisasi dan restorasi jawaban-jawaban menunjukkan peningkatan yang positif. Ketika menjawab pertanyaan terkait inisiatif yang bertujuan untuk melestarikan terumbu karang, mayoritas responden mengungkapkan komitmennya untuk menjaga kelestariannya dengan tidak buang sampah/limbah ke laut, mengurangi pemakaian kendaraan untuk mereduksi polusi udara, menanam pohon mangrove di pesisir, tidak menggunakan bahan peledak/kimia berbahaya ketika menangkap ikan, dan lain-lain. Dari jawaban-jawaban yang mereka berikan pasca sosialisasi dan restorasi ini, tampak bahwa mayoritas responden menjadi paham bahwa upaya menjaga laut dan terumbu karang dapat dilakukan dengan aksi-aksi sederhana yang bisa setiap orang lakukan, sampai tindakan-tindakan yang membutuhkan biaya dan dukungan berbagai pihak. Bertambahnya wawasan lingkungan ini diharapkan dapat memantik kesadaran dan tanggung jawab lingkungan mereka ke depannya, sehingga terlibat aktif dalam pelestarian ekosistem laut dan terumbu karang di Pulau Pisang.

Berdasarkan penjelasan di atas, pengabdian ini memiliki dampak signifikan dalam menempeka wawasan lingkungan masyarakat Pulau Pisang dan menstimulus peran serta mereka dalam menjaga lingkungan laut dan pelestarian terumbu karang. Untuk lebih jelasnya, di bawah ini akan digambarkan perbandingan dampak pengabdian antara awal sosialisasi dan pasca sosialisasi-restorasi.

Tabel 1. Perbandingan Dampak Pengabdian

Variabel Kuesioner Pengabdian	Awal Sosialisasi	Pasca Sosialisasi-Restorasi	Keterangan
Kesadaran masalah perubahan iklim	Lumayan paham	Lebih paham	Sebelum dilakukan pengabdian, masyarakat sudah lumayan paham terkait masalah perubahan iklim yang berdampak pada kehidupan mereka. Setelah pengabdian, pemahaman mereka bertambah signifikan.
Pemahaman tentang terumbu karang	Lumayan paham	Lebih paham	Pra pengabdian, masyarakat juga sudah lumayan paham terkait manfaat terumbu karang bagi kehidupan. Setelah pengabdian, wawasan mereka bertambah signifikan.
Praktik-praktik berkelanjutan	Kurang paham	Lebih paham	Di awal sosialisasi, masyarakat kurang paham bagaimana cara menjaga kelestarian laut dan terumbu karang. Pasca pengabdian pemahaman mereka bertambah sangat signifikan.

Kesimpulan

Kondisi terumbu karang di Indonesia—seperti halnya di beberapa belahan dunia lainnya—mengalami kerusakan dan penurunan yang signifikan. Fenomena ini diakibatkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah fenomena El-Nino yang memicu naiknya suhu rata-rata perairan laut. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk merestorasi terumbu karang di sekitar Pulau Pisang dengan teknik transplantasi jaring laba-laba sebagai salah satu upaya menanggulangi dampak perubahan iklim di tempat tersebut. Bersama dengan itu, pengabdian ini juga dalam jangka pendeknya menyasar penempekaan wawasan

dan moral lingkungan masyarakat setempat untuk terlibat aktif dalam pelestarian lingkungan laut dan terumbu karang.

Untuk mengukur dampak pengabdian pada perubahan pola pikir dan komitmen moral lingkungan di atas, tim menyebarkan kuesioner kepada para responden sebanyak dua kali; di awal sosialisasi dan pasca restorasi. Membandingkan tanggapan dan jawaban para responden terhadap kuesioner yang sama, tampak adanya peningkatan wawasan dan kesadaran lingkungan pada masyarakat pasca sosialisasi dan restorasi. Jika di awal sosialisasi mayoritas responden tampak tidak memiliki wawasan yang cukup terkait isu lingkungan dan kurang berinisiatif dalam tindakan-tindakan pelestarian terumbu karang, maka pasca sosialisasi dan restorasi jawaban-jawaban mereka menunjukkan peningkatan yang positif. Mayoritas responden mengungkapkan komitmennya untuk menjaga kelestarian dengan tidak buang sampah/limbah ke laut, mengurangi pemakaian kendaraan untuk mereduksi polusi udara, menanam pohon mangrove di pesisir, tidak menggunakan bahan peledak/kimia berbahaya ketika menangkap ikan, dan lain-lain. Dari jawaban-jawaban ini, dapat disimpulkan bahwa pasca pengabdian mayoritas responden menjadi paham dan berinisiatif untuk terlibat aktif dalam penjagaan dan pelestarian lingkungan laut dan khususnya terumbu karang.

Pengabdian ini memiliki implikasi yang cukup signifikan dalam memperkenalkan transplantasi terumbu karang dengan model jaring laba-laba kepada masyarakat setempat, serta menambah wawasan moral lingkungan mereka. Namun demikian, mengingat pertumbuhan terumbu karang memerlukan waktu cukup lama, program pengabdian ini memiliki keterbatasan dalam hal *monitoring* dan evaluasi terhadap perkembangan terumbu karang hasil rekayasa transplantasi, dan juga terhadap perilaku lingkungan masyarakat setempat dalam jangka waktu yang panjang. Maka dari itu, diperlukan program pengabdian lanjutan untuk secara berkesinambungan mengawasi proses pertumbuhan terumbu karang tersebut dan melanjutkan proses rekayasa moral lingkungan pada masyarakat setempat.

Daftar Pustaka

- Alvarado, J.J., Sanchez-Noguera, C., Arias-Godinez, G., Araya, T., Fernandez-Garcia, C., & Guzman, G. (2019). Impact of El Nino 2015-2016 on The Coral Reefs of The Pacific of Costa Rica: The Potential Role of Marine Protection. *Revista de Biologia Tropical*, 68 (1), 271-282. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68is1.41190>.
- DeVries, T. (2022). The Ocean Carbon Cycle. *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 317-41. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120920-111307>.
- Firihu, M. Z., Variyani, V. I., Sudarsono, S., Nurjannah, I., Takwir, A. (2022) Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Rangka Spider-Web. *Meambo: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1 (1), 47-55.
- Guntur, G., Lutfi, O. M., Isdianto, A., Putri, B. M., Haykal, M. F., & Abdillah, P. M. (2021). *Ekosistem Terumbu Karang*. Sidoarjo: Embrio Publisher.
- Heinze, C., Meyer, S., Goris, N., Anderson, L., Steinfeldt, R., Chang, N., Quere, C. L., & Bakker, D. C. E. (2015). The Ocean Carbon Sink – Impacts, Vulnerabilities and Challenges. *Earth System Dynamics*, 6, 327-358. DOI: <https://doi.org/10.5194/esd-6-327-2015>.
- Lenzen, M. & Murray, J. (2010). Conceptualising Environmental Responsibility. *Ecological Economics*, 70(2), 261-270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.005>.
- Muhsoni, F. F. (2015). *Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bangkalan: Universitas Trunojoyo Madura Press.
- Nuryadin, A. & Rahayu, A. (2023). Olahraga Selam Berbasis Konservasi: Modifikasi Media Transplantasi Terumbu Karang. *Jendela Olahraga*, 8(1), 27-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.26877/jo.v8i1.13215>.
- Nabilla & Anggriyani, F.C.W. (2024). Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia Pada Ekosistem Terumbu Karang. *KHIDMAT: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2): 169-172.
- Paulangan, Y. P., Yusuf, S., Barapadang, B., Hamuna, B., Rumbiak, K., Ayer, P. I. L., Mandey, V. K., Wanimbo, E., & Baransano, N. (2023). Transplantasi Karang dengan Metode Spider di Pantai Harlen Kampung Tablasupa Kabupaten Jayapura Provinsi Papua. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(3), 633-642. DOI: <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i3.359>.
- Rahayu, L. , Subiyanto, S. , & Yuwono, B. D. (2015). Kajian Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Identifikasi Objek Pajak Bumi dan Bangunan (Studi Kasus: Kecamatan Tembalang Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 20-31. DOI: <https://doi.org/10.14710/jgundip.2015.7463>.
- Rahmat, A. & Mirnawati, M. (2020) Model *Participation Action Research* dalam Pemberdayaan Masyarakat. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Noformal*, 6(1), 62-71.
- Rani, C. (Jul. 2003). Perikanan dan Terumbu Karang yang Rusak: Bagaimana Mengelolanya? *Jurnal Bionatura*, 5(2), 97-111.

-
- Samovar, L.A., Richard E.P., Edwin R. M., & Carolyn S.R. (2013). *Communication Between Cultures. Eighth Edition*. Wadsworth: Cengage Learning.
- Spalding, M. D., Ravilious, C., & Green, E. P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. Berkeley, Los Angeles, & London: University of California Press.
- Suparno, S. & Asmawati, L. (2019). Monitoring dan Evaluasi untuk Peningkatan Layanan Akademik dan Kinerja Dosen Program Studi Teknologi Pembelajaran Pascasarjana. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(1), 88-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.62870/jtppm.v6i1.7415>.
- Syaifullah, D. (2001). Memprakirakan Kedatangan Fenomena El-Nino Tahun 2002-2003. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(1), 63-70.
- Wirawan, J. & Surya, R. (2021) Konservasi Terumbu Karang sebagai Upaya Menjaga Ekosistem di Laut. *Jurnal Stupa: Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur*, 3(2), 1681-1690. DOI: 10.24912/stupa.v3i2.12309.
- Würtz, E. (2005). Intercultural Communication on Web Sites: A Cross-Cultural Analysis of Web Sites from High-Context Cultures and Low-Context Cultures. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 11(2), 274–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2006.tb00313.x>.
- Zahra, R. N. & Yuliana, N. (Desember 2023). Peran Komunikasi yang Efektif sebagai Kunci Menuju Kesuksesan Seorang Putri Juniawan. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(5), 169-174. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10285888>
- Zhou, T. (2021). New Physical Science behind Climate Change: What Does IPCC AR6 Tell Us?. *The Innovation (Camb)*, 2(4), 1-2. DOI: 10.1016/j.ximn.2021.100173.