



BIODIVERSITY  
WARRIORS



# **BUKU PANDUAN MITRA PEMBUATAN ECO ARTIFICIAL REEF DARI LIMBAH CANGKANG KERANG**

Penulis:

Dandi Romadoni

Lulu Fadia Zahira

Andhika Nur Ghaozan

Ahmad Atha

Muh. Herjayanto

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2025**

## **Kata Pengantar**

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku panduan ini dapat tersusun. Buku ini dimaksudkan untuk masyarakat di Pulau Tunda dan sekitarnya agar dapat membuat *Eco Artificial Reefs* secara mandiri dan berkelanjutan. Pengetahuan mengenai terumbu karang dan habitatnya sangat penting untuk menjaga ekosistem dari kerusakan dan kepunahan, sehingga buku ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dari tim Coral Explore untuk pelestarian alam bawah laut.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pengolahan materi, penajaman isi, dan proses editing naskah. Buku ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga buku ini memberikan manfaat yang luas bagi pelestarian ekosistem laut dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir.

Serang, September 2025

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Pendahuluan.....	1
Definisi Terumbu Karang .....	2
Fungsi dan Manfaat Terumbu Karang .....	3
Zooxanthellae.....	4
Terumbu Karang Buatan.....	5
Bentuk Terumbu Karang Buatan .....	6
Bahan dan Konstruksi Terumbu Karang Buatan .....	7
Perhitungan <i>Eco Artificial Reefs</i> .....	7
Penentuan Lokasi <i>Eco Artificial Reefs</i> .....	8
Proses Pembuatan <i>Eco Artificial Reefs</i> .....	9
Perawatan dan Monitoring .....	16
Daftar Pustaka.....	18

## **Pendahuluan**

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem pesisir dan laut tropis yang memiliki produktivitas tinggi serta menyediakan makanan melimpah bagi berbagai jenis ikan karang, kerang, kepiting, dan biota asosiasi lainnya. Selain sebagai sumber makanan, terumbu karang juga menjadi tempat berkembang biak, memijah, dan pembesaran bagi berbagai jenis hewan laut yang bernilai ekonomi tinggi. Keberadaan terumbu karang sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem laut, mendukung perikanan, serta menjadi penopang utama bagi kehidupan masyarakat pesisir (Utomo et al., 2021).

Terumbu karang dikenal memiliki fungsi ekologis yang sangat vital, di antaranya sebagai daerah pemijahan (spawning ground), tempat pengasuhan (nursery ground), tempat mencari makan (feeding ground), dan daerah pembesaran (rearing ground) bagi biota laut. Selain itu, terumbu karang juga berperan sebagai pemecah gelombang alami, pencegah abrasi pantai, dan pelindung kawasan pesisir dari gelombang besar. Dengan demikian, ekosistem terumbu karang tidak hanya penting dari segi ekologi, tetapi juga memberikan manfaat sosial dan ekonomi yang signifikan bagi masyarakat pesisir (Yuliana et al., 2017).

Kerusakan terumbu karang yang semakin meluas akibat aktivitas manusia dan perubahan lingkungan menuntut adanya upaya pemulihan yang efektif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan terumbu buatan, seperti *Eco Artificial Reefs*, yang berfungsi menyediakan habitat, sumber makanan, tempat pemijahan, dan perlindungan pantai. Melalui program Coral Explore, masyarakat didorong untuk berpartisipasi aktif dalam pembuatan dan pemanfaatan *Eco*

*Artificial Reefs* sebagai bentuk pemberdayaan dan pengembangan wisata bahari berkelanjutan (Utomo et al., 2021).

### **Definisi Terumbu Karang**

Terumbu karang merupakan ekosistem perairan dangkal yang dihuni oleh berbagai organisme yang berasosiasi dengan karang dan membentuk zat kapur sebagai kerangka utamanya. Terumbu karang dibentuk oleh aktivitas hewan karang, yaitu simbiosis antara polip kelas Anthozoa, ordo Scleractinia, dengan alga zooxanthellae. Hubungan simbiotik ini memungkinkan polip karang mengendapkan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), sehingga membentuk struktur keras yang menjadi fondasi bagi kehidupan laut (Pratama et al., 2020).

Sebagai ekosistem khas perairan tropik, terumbu karang menjadi habitat utama bagi berbagai biota laut untuk tumbuh dan berkembang biak secara seimbang. Produktivitas dan keanekaragaman spesies yang tinggi pada terumbu karang menjadikannya salah satu ekosistem paling kompleks di dunia. Pengelolaan terumbu karang secara profesional sangat diperlukan agar produktivitas dan keanekaragaman hayati tetap terjaga, sehingga dapat mendukung wisata bahari dan meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir (Sari et al., 2022).

Terumbu karang umumnya ditemukan di perairan dangkal seperti paparan benua dan gugusan pulau-pulau di daerah tropis. Untuk mencapai pertumbuhan maksimum, terumbu karang memerlukan air yang jernih, suhu hangat, gelombang besar, dan sirkulasi air yang lancar, serta harus terhindar dari sedimentasi berlebih. Kondisi lingkungan yang

optimal akan mendukung pertumbuhan dan kelestarian terumbu karang secara berkelanjutan (Utomo et al., 2021).

### **Fungsi dan Manfaat Terumbu Karang**

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu sumber daya utama di wilayah pesisir dan lautan. Fungsi ekologis terumbu karang meliputi penyedia nutrisi bagi biota laut, pelindung fisik dari gelombang, tempat pemijahan, serta tempat bermain dan asuhan bagi biota laut. Fungsi ekonominya meliputi habitat bagi ikan karang, udang, alga, teripang, dan kerang mutiara (Utomo et al., 2021).

Terumbu karang juga sangat penting sebagai tujuan wisata dan penelitian. Keindahan dan keanekaragaman hayati yang dimiliki terumbu karang menjadi daya tarik utama wisata bahari, yang berdampak positif pada perekonomian masyarakat pesisir. Pariwisata berbasis ekosistem terumbu karang menjadi salah satu kunci pembangunan dan kemakmuran daerah pesisir (Putra et al., 2022).

Hampir sepertiga penduduk Indonesia yang tinggal di pesisir menggantungkan hidupnya pada perikanan laut dangkal. Terumbu karang juga berfungsi sebagai penyedia bahan dan tempat budidaya berbagai hasil laut, serta sebagai daerah rekreasi, penelitian, dan pendidikan. Nilai dan arti penting terumbu karang tidak hanya dari segi ekologi, tetapi juga sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat pesisir (Rahmawati et al., 2021).

### **Zooxanthellae**

Zooxanthellae adalah alga mikroskopis yang hidup bersimbiosis di jaringan karang dan berperan penting dalam proses pengendapan kapur oleh polip karang. Melalui proses

fotosintesis, zooxanthellae menghasilkan oksigen dan senyawa organik yang digunakan oleh polip karang untuk pertumbuhan dan pembentukan kerangka kapur. Proses ini sangat penting dalam pembentukan dan pertumbuhan terumbu karang, khususnya pada karang hermatipik yang hanya ditemukan di daerah tropis (Utomo et al., 2021).

Dalam siklus hidupnya, karang hermatipik melakukan proses respirasi yang lebih efektif dengan adanya simbiosis zooxanthellae yang juga melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis dari zooxanthellae menjamin tersedianya gas oksigen (O<sub>2</sub>) yang dibutuhkan untuk pernapasan dan metabolisme hewan karang. Keberadaan zooxanthellae sangat krusial dalam menjaga kelangsungan hidup dan produktivitas ekosistem terumbu karang.

Keberadaan zooxanthellae juga mencerminkan pentingnya menjaga kualitas lingkungan perairan, karena perubahan suhu, kejernihan air, dan tingkat polusi dapat memengaruhi kelangsungan simbiosis ini. Upaya konservasi dan rehabilitasi terumbu karang, termasuk melalui pemasangan *Eco Artificial Reefs*, harus memperhatikan faktor-faktor lingkungan yang mendukung keberadaan zooxanthellae (Utomo et al., 2021).

### **Terumbu Karang Buatan (*Eco Artificial Reefs*)**

*Eco Artificial Reefs* adalah struktur bangunan yang ditenggelamkan di dasar laut agar dapat berfungsi seperti terumbu karang alami sebagai tempat berlindung ikan. Dalam jangka waktu tertentu, struktur ini dibuat dengan berbagai bahan seperti beton berbentuk kubah dan piramida, yang selanjutnya membantu tumbuhnya terumbu karang alami di lokasi tersebut. Dengan demikian, *Eco Artificial Reefs*

berfungsi sebagai tempat ikan mencari makan, serta tempat memijah dan berkembang biak berbagai biota laut (Akhwady & Bayuaji, 2017).

*Eco Artificial Reefs* dibangun di perairan yang tidak produktif dengan meniru karakteristik terumbu alami, bertujuan memperbaiki ekosistem yang rusak. Struktur ini memikat berbagai organisme laut untuk hidup dan menetap, sehingga meningkatkan produksi perikanan. Bahan yang digunakan sangat beragam, mulai dari beton, ban bekas, hingga kerangka kapal, namun inovasi terbaru mendorong penggunaan bahan ramah lingkungan seperti limbah cangkang kerang (Akhwady & Bayuaji, 2017; Sari et al., 2022).

Selain manfaat ekologis, pemasangan *Eco Artificial Reefs* juga dapat menjadi daya tarik wisata bawah air yang meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir secara berkelanjutan. Dengan pengelolaan yang baik, *Eco Artificial Reefs* dapat berfungsi sebagai objek wisata edukatif sekaligus sarana penelitian dan pendidikan tentang ekosistem laut dan konservasi terumbu karang (Putra et al., 2022).

### **Bentuk Terumbu Karang Buatan**

Pemilihan *Eco Artificial Reefs* sebagai struktur perlindungan garis pantai bertujuan mempertahankan estetika keindahan panorama pantai yang alami. Struktur ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung pantai, tetapi juga sebagai habitat baru bagi ikan dan biota laut lainnya. Dengan bentuk yang menyerupai terumbu alami, *Eco Artificial Reefs* dapat mereduksi gelombang dan menjadi pengaman pantai yang efektif (Yuliana et al., 2017).

Bentuk *Eco Artificial Reefs* sangat beragam, mulai dari kubah, piramida, hingga kubus berongga, yang dirancang

untuk meniru karakteristik terumbu alami dan memaksimalkan fungsi ekologisnya. Salah satu bentuk yang populer adalah struktur kubah berlubang yang memungkinkan sirkulasi air dan pergerakan biota laut, serta menyediakan ruang bagi pertumbuhan karang baru. Desain ini juga memudahkan proses pemasangan dan perawatan, serta meningkatkan daya tarik visual bagi wisatawan bawah air (Akhwady & Bayuaji, 2017).

Dalam konstruksi *Eco Artificial Reefs*, pemilihan bahan sangat penting untuk memastikan ketahanan struktur terhadap arus laut, korosi, dan tekanan lingkungan. Beton yang digunakan biasanya merupakan semen portland tipe V, yang tahan terhadap sulfat dan cocok untuk lingkungan laut dengan kadar garam tinggi. Penambahan limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran beton tidak hanya meningkatkan kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang mendukung pertumbuhan karang, tetapi juga mengurangi limbah organik di lingkungan pesisir (Sari et al., 2022).

### **Bahan dan Konstruksi Terumbu Karang Buatan**

Berbagai jenis bahan digunakan untuk pembuatan konstruksi *Eco Artificial Reefs*, namun beton dengan Semen Portland tipe V menjadi pilihan utama karena ketahanannya terhadap sulfat. Semen jenis ini sangat cocok untuk lingkungan laut yang memiliki kadar garam dan sulfat tinggi, sehingga struktur *Eco Artificial Reefs* dapat bertahan lama di bawah air (Akhwady & Bayuaji, 2017). Selain itu, pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai campuran beton diharapkan membantu proses rehabilitasi terumbu karang dan mengurangi limbah organik di pesisir (Sari et al., 2022).

Proses konstruksi *Eco Artificial Reefs* juga melibatkan pembuatan cetakan dari bahan seperti triplek, pemasangan kerangka besi untuk memperkuat struktur, serta pengeringan yang cukup sebelum pemasangan di laut. Setiap tahapan harus dilakukan dengan cermat untuk memastikan kualitas dan keamanan struktur, baik bagi biota laut maupun penyelam yang akan melakukan monitoring. Inovasi dalam pemilihan dan penggunaan bahan ramah lingkungan akan meningkatkan keberhasilan rehabilitasi ekosistem terumbu karang (Rahmawati et al., 2021).

### **Perhitungan Penggunaan Tempurung Kelapa Pada *Eco Artificial Reefs***

Perhitungan volume dan komposisi bahan dilakukan secara teliti agar struktur yang dihasilkan kuat, stabil, dan ramah lingkungan. Bentuk media yang dibuat sesuai dengan memperhatikan hal hal seperti bahan bahan yang ramah lingkungan dan mudah didapatkan. *Bioreeftek* sebagai metode transplantasi terumbu karang merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan bahan alami berupa tempurung kelapa sebagai media dapat membantu pertumbuhan karang, penempelan larva planula karang, sampai membentuk koloni/individu baru. Dimensi dan komposisi bahan disesuaikan dengan kebutuhan lokasi dan tujuan rehabilitasi.

Struktur ini berfungsi sebagai tempat berlindung, habitat, sumber makanan, dan tempat pemijahan bagi hewan-hewan laut. Dengan perhitungan yang tepat, *Eco Artificial Reefs* dapat bertahan lama di bawah air dan memberikan manfaat ekologis secara berkelanjutan. Pemantauan dan evaluasi rutin perlu dilakukan untuk memastikan efektivitas

dan keberlanjutan fungsi *Eco Artificial Reefs* (Utomo et al., 2021).

### **Penentuan Lokasi *Eco Artificial Reefs***

*Eco Artificial Reefs* ditempatkan pada habitat yang mengalami penurunan produktivitas dan area yang memiliki kondisi lingkungan yang sesuai. Lokasi ideal adalah yang dekat dengan pemukiman nelayan, terpisah dari terumbu alami, perairan cukup jernih, dan kedalaman sesuai kemampuan penyelam (Yuliana et al., 2017). Selain itu, substrat dasar harus cukup keras dan rata agar struktur tidak tenggelam ke dasar lumpur, serta jauh dari area penangkapan ikan intensif seperti trawl (Utomo et al., 2021).

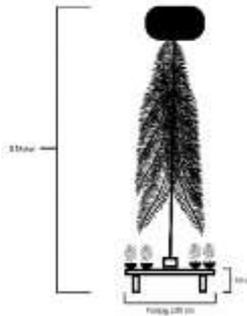
Penempatan *Eco Artificial Reefs* juga harus mempertimbangkan pola migrasi ikan dan tidak mengganggu jalur navigasi atau aktivitas laut lainnya. Dengan memperhatikan kriteria tersebut, pemasangan *Eco Artificial Reefs* dapat memberikan manfaat maksimal dalam mendukung rehabilitasi ekosistem, meningkatkan produktivitas perairan, dan memberdayakan masyarakat pesisir secara berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat lokal sangat penting untuk menjaga dan memantau keberhasilan program rehabilitasi (Rahmawati et al., 2021).

### **Proses Pembuatan *Eco Artificial Reefs***

#### *1. Desain*

Tahap awal dalam pembuatan *Eco Artificial Reefs* adalah proses desain, yang bertujuan menentukan dimensi dan ukuran struktur yang akan dibuat. Penentuan desain ini didasarkan pada hasil penelitian terdahulu yang membandingkan efektivitas berbagai bentuk terumbu buatan

terhadap kelimpahan larva planktonik. Berdasarkan hasil penelitian Saptarini et al. (2010), bentuk kubus berongga yang disusun menyerupai piramida memiliki tingkat efektivitas tertinggi, yaitu sebesar 61,9%, dibandingkan bentuk reefball (60%) dan kubus berongga tersebar (57,9%). Oleh karena itu, desain yang dipilih untuk kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah terumbu buatan berbentuk piramida dengan dimensi 60 cm x 60 cm x 30 cm, diameter rongga 7 cm, dan tebal dinding antara 7-10 cm.



Gambar 1. Pembuatan Desain

Selain itu, komposisi bahan baku untuk pembuatan *Eco Artificial Reefs* juga telah ditentukan secara spesifik. Untuk satu meter kubik beton, diperlukan 315,4 kg semen, 1.503,7 kg pasir, 375,9 kg cangkang kerang, dan 205 liter air (Akhwady & Bayuaji, 2017). Komposisi ini diharapkan dapat menghasilkan struktur yang kuat, stabil, dan ramah lingkungan, serta mendukung proses rehabilitasi terumbu karang secara optimal.

## 2. Persiapan Alat dan Bahan

Langkah berikutnya adalah mempersiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pembuatan *Eco Artificial Reefs*. Bahan utama yang digunakan meliputi pasir, semen, cangkang kerang, lem epoxy, besi cor, kawat, triplek, dan pelumas. Sementara itu, alat-alat yang dibutuhkan antara lain gerinda potong, bor, mur dan baut, skrup, pengaduk semen, sendok semen, palu, dan obeng.



Gambar 2. Pengambilan Limbah Cangkang Kerang

Pemanfaatan cangkang kerang sebagai salah satu bahan campuran beton memiliki nilai tambah tersendiri. Selain mengurangi limbah organik di lingkungan pesisir, cangkang kerang yang kaya akan kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) juga berperan penting sebagai zat penyusun utama terumbu karang. Dengan demikian, penggunaan cangkang kerang diharapkan dapat mempercepat proses pertumbuhan karang baru pada *Eco Artificial Reefs* yang dipasang di laut.

### 3. *Marking*/Penandaan Cetakan

Setelah seluruh bahan dan alat siap, langkah selanjutnya adalah melakukan penandaan atau marking pada bahan cetakan, yang umumnya menggunakan triplek. Penandaan ini dilakukan berdasarkan ukuran dan desain yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Proses marking sangat penting untuk memastikan setiap bagian cetakan memiliki ukuran yang presisi, sehingga hasil akhir *Eco Artificial Reefs* sesuai dengan desain yang diinginkan.



Gambar 3. *Marking*/Penandaan Cetakan

### 4. Pemotongan Cetakan

Setelah proses marking selesai, tahap berikutnya adalah pemotongan cetakan sesuai dengan pola yang telah ditandai. Proses pemotongan ini menggunakan alat potong seperti gerinda atau gergaji, dan harus dilakukan dengan hati-hati agar setiap bagian cetakan memiliki ukuran yang akurat. Ketelitian dalam pemotongan sangat penting agar saat proses perakitan, seluruh bagian dapat terpasang dengan baik dan membentuk cetakan yang kokoh.



Gambar 4. Cutting Papan

#### 5. Perakitan (*Assembly*) Cetakan

Tahap perakitan atau assembly dilakukan dengan menggabungkan seluruh potongan triplek yang telah dipotong sesuai marking. Bagian-bagian tersebut dirakit menggunakan mur, baut, dan skrup hingga membentuk cetakan dengan struktur yang stabil. Cetakan yang telah dirakit ini akan digunakan sebagai wadah untuk pengecoran beton campuran pasir, semen, dan cangkang kerang.



Gambar 5. Perakitan

## 6. Penentuan Komposisi Bahan

Sebelum proses pengecoran dimulai, komposisi bahan harus ditakar secara tepat sesuai standar atau hasil penelitian sebelumnya. Takaran bahan seperti semen, pasir, dan cangkang kerang harus diukur sesuai kebutuhan untuk memastikan kekuatan dan daya tahan struktur *Eco Artificial Reefs*. Penentuan komposisi bahan yang tepat juga berpengaruh terhadap keberhasilan proses rehabilitasi terumbu karang di masa mendatang.



Gambar 6. Penakaran Bahan

## 7. Proses *Mixing*, Pengecoran, Pengeringan, dan *Finishing*

Selanjutnya, seluruh bahan yang telah ditakar dicampur secara merata hingga membentuk adonan beton homogen. Proses pencampuran ini harus dilakukan dengan seksama agar seluruh agregat tercampur sempurna. Setelah itu, adonan beton dituangkan ke dalam cetakan yang telah disiapkan, kemudian diratakan dan dipadatkan.



Gambar 7. Pengadukan



Gambar 8. Pencetakan

Setelah pengecoran selesai, struktur *Eco Artificial Reefs* dibiarkan mengering selama beberapa hari untuk memastikan beton benar-benar keras dan kuat. Proses pengeringan ini sangat penting untuk mencegah retak atau kerusakan pada struktur. Setelah beton benar-benar kering, cetakan dapat dilepas dan *Eco Artificial Reefs* siap dipindahkan ke lokasi pemasangan di perairan.

### **Perawatan dan Monitoring**

Perawatan *Eco Artificial Reefs* sangat penting agar fungsi ekologis dan ekonomisnya tetap terjaga. Perawatan meliputi pembersihan dari organisme pengganggu seperti alga berlebih, serta monitoring pertumbuhan karang dan biota laut yang menempati struktur. Monitoring dilakukan secara rutin melalui penyelaman, dokumentasi foto/video, dan pencatatan data biota yang ditemukan di sekitar *Eco Artificial Reefs* (Utomo et al., 2021).



Gambar 9. Monitoring



Gambar 10. Penempatan

Evaluasi kondisi fisik struktur juga perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan tidak terjadi kerusakan akibat arus laut atau aktivitas manusia. Keterlibatan masyarakat lokal dalam kegiatan monitoring dan perawatan sangat penting untuk meningkatkan rasa memiliki dan keberlanjutan program rehabilitasi. Dengan demikian, *Eco Artificial Reefs* dapat terus memberikan manfaat ekologis, ekonomis, dan sosial bagi masyarakat pesisir secara berkelanjutan (Putra et al., 2022).

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhwady, H. & Bayuaji, R. (2017). Pemanfaatan limbah cangkang kerang sebagai bahan campuran beton pada pembuatan terumbu buatan. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 45–53.
- Fadli, N., Siregar, A. M., & Syahputra, I. (2018). Kajian efektivitas terumbu buatan dalam upaya rehabilitasi terumbu karang di pesisir Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 3(4), 123–132.
- Hidayati, N., Arifin, Z., & Prasetyo, A. (2018). Analisis kelayakan ekowisata terumbu karang di kawasan pesisir. *Jurnal Pariwisata Bahari*, 2(1), 15–27.
- Mulyadi, D., Sari, N. P., & Pratama, M. Y. (2019). Pengelolaan ekosistem terumbu karang berbasis masyarakat di pesisir Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 213–222.
- Pratama, M. Y., Sari, N. P., & Putra, R. D. (2020). Pengelolaan ekosistem terumbu karang berbasis masyarakat di pesisir Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(2), 213–222.
- Putra, R. D., Sari, N. P., & Pratama, M. Y. (2022). Pengembangan ekowisata berbasis terumbu karang di Indonesia: Tantangan dan peluang. *Jurnal Pariwisata Bahari*, 4(1), 55–68.

- Rahmawati, D., Sari, N. P., & Pratama, M. Y. (2021). Analisis partisipasi masyarakat dalam rehabilitasi terumbu karang di pesisir selatan Jawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2), 135–146.
- Sari, N. P., Pratama, M. Y., & Putra, R. D. (2022). Efektivitas penggunaan terumbu buatan dalam rehabilitasi ekosistem karang. *Jurnal Ilmu Kelautan Indonesia*, 27(1), 45–56.
- Utomo, A. D., Sari, N. P., & Pratama, M. Y. (2021). Peran terumbu karang buatan dalam rehabilitasi ekosistem pesisir. *Jurnal Kelautan*, 14(2), 67–75.
- Yuliana, E., Fadli, N., & Syahputra, I. (2017). Studi pemilihan lokasi terumbu buatan di perairan pesisir Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(3), 98–107.