

Rehabilitasi Ekosistem Terumbu Karang Menggunakan Metode Rangka Spider-Web

Muhammad Zamrun Firihi¹, Viska Inda Varihani², Sudarsono³, Irma Nurjannah⁴, Amadhan Takwir^{5*}

¹Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Halu Oleo: mzamrun@uho.ac.id

²Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Halu Oleo: viskadhani@uho.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil, FT, Universitas Halu Oleo: sudarsono@uho.ac.id

⁴Program Studi Teknik Arsitek, FT, Universitas Halu Oleo: irma.nurjannah_ft@uho.ac.id

⁵Program Studi Oseanografi, FPIK, Universitas Halu Oleo: atakwir@uho.ac.id

ABSTRACT

This coral reef ecosystem is very vulnerable to damage, there are two causes of coral reef damage, namely the result of human activities and the influence of nature. One of the problems faced by partners is the damage to coral reef ecosystems due to anthropogenic factors. The location of this service is Mekar Village which is inhabited by the Bajo ethnic community where 80% of the community activities are fishermen and fish cultivators. This service program is carried out integrated with the Thematic Real Work Lecture (KKN) program where the main program is coral reef rehabilitation using a spider-web framework. In its implementation, students together with Field Assistant Lecturers (DPL) and partners of the Miara Sama Mandiri fishing group together prepared equipment and materials and lowered the coral transplant unit to the location. No less than 30 units of transportation media with the number of coral seedlings reaching 570 coral seedlings were successfully transplanted in the waters around Bokori Island.

Keywords : Coral reef rehabilitation; Spider-web frame, Fishing groups

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang ini sangat rentan mengalami kerusakan, ada dua penyebab kerusakan terumbu karang, yaitu akibat dari kegiatan manusia dan pengaruh dari alam. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh mitra adalah adanya kerusakan ekosistem terumbu karang akibat faktor antropogenik. Lokasi pengabdian ini adalah Desa Mekar yang dihuni oleh masyarakat etnis bajo dimana 80% aktifitas masyarakatnya adalah nelayan dan pembudidaya ikan. Program pengabdian ini dilaksanakan terintegrasi dengan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik dimana program utamanya adalah rehabilitasi terumbu karang menggunakan kerangka spider-web. Dalam pelaksanaannya, mahasiswa bersama-sama dengan Dosen Pendamping Lapangan (DPL) dan mitra kelompok nelayan Miara Sama Mandiri bersama-sama menyiapkan peralatan dan bahan serta menurunkan unit transplantasi karang ke lokasi. Tidak kurang dari 30 unit media transplantasi dengan jumlah anakan karang mencapai 570 anakan karang berhasil ditransplantasikan di perairan sekitar Pulau Bokori.

Kata Kunci : Rehabilitasi terumbu karang; Rangka spider-web; Kelompok nelayan

Correspondence : Amadhan Takwir

Email : atakwir@uho.ac.id

• Received 10 June 2022 • Accepted 28 June 2022 • Published 30 June 2022

• e - ISSN : 2962-7200

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem perairan tropik yang sangat produktif [1]. Komponen biota terpenting yang mendominasi pada ekosistem ini adalah hewan karang yang tergolong kedalam ordo *Scleractinia* yang memiliki kerangka yang terbuat dari kapur [2].

Peran ekologis yang dimainkan terumbu karang adalah sebagai daerah penyedia makanan, daerah asuhan, daerah pertumbuhan dan daerah perlindungan bagi biota-biota yang berasosiasi dengan terumbu karang [3]. Terumbu karang memiliki keunikan simbiosis antara hewan karang dengan zooxanthella yang mampu menyerap karbon dan menghasilkan oksigen [4,5].

Ekosistem terumbu karang ini sangat rentan mengalami kerusakan, ada dua penyebab kerusakan terumbu karang, yaitu akibat dari kegiatan manusia dan pengaruh dari alam. Kerusakan yang disebabkan oleh kegiatan manusia merupakan ancaman utama bagi keselamatan terumbu karang [6]. Kerusakan terumbu karang semakin meningkat setiap tahunnya akibat dari ketergantungan manusia terhadap sumberdaya hayati dari ekosistem terumbu karang [7,8]. Ancaman terbesar ekosistem terumbu karang adalah penangkapan ikan secara berlebihan dan pengrusakan, sedimentasi dan pencemaran yang berasal dari daratan, pemanasan global serta pengambilan karang sebagai bahan bangunan [9,10].

Kerusakan yang terjadi pada terumbu karang, menimbulkan upaya-upaya yang dilakukan oleh pengelola maupun masyarakat setempat untuk memperbaikinya [11]. Terdapat beberapa metode restorasi terumbu karang yang biasa dilakukan di wilayah pesisir, mulai dari membangun terumbu buatan hingga transplantasi terumbu karang. Upaya yang akan dilakukan tersebut disesuaikan dengan kondisi kerusakan dan kondisi lingkungan sekitarnya [12]. Salah satu teknik rehabilitasi karang saat ini adalah menggunakan rangka *spider-web* [13,14].

Desa Mekar merupakan salah satu desa nelayan yang terletak di Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe Provinsi Sulawesi Tenggara.

Desa ini dihuni oleh masyarakat etnis bajo dimana mata pencaharian utamanya adalah sebagai nelayan dan pembudidaya ikan. Dalam praktiknya, sebagian nelayan masih menggunakan alat tidak ramah lingkungan yakni penyelaman teripang menggunakan kompresor. Selain itu, akibat tekanan antropogenik, utamanya karena pembangunan jalan lintas Kendari – Toronipa, maka keberadaan terumbu karang di sekitar desa ini mengalami ancaman kerusakan akibat tingginya sedimentasi. Berdasarkan hasil survei awal, kondisi tutupan karang di perairan pantai pesisir Desa Mekar telah mengalami kerusakan yang dicirikan dengan tutupan karang hidup yang rendah. Oleh karena itu, program ini diinisiasi dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi terumbu karang melalui instalasi media karang model *spider-web* di Desa Mekar Kabupaten Konawe yang dilaksanakan melalui program pengabdian kepada masyarakat terintegrasi KKN Tematik Universitas Halu Oleo.

METODE

Tahapan kegiatan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat terintegrasi KKN Tematik ini adalah sebagai berikut:

A. Koordinasi dan Sosialisasi Program

Pada tahap awal ini, akan dilakukan koordinasi dan sosialisasi rencana pelaksanaan kegiatan kepada pihak pemerintah kecamatan, pemerintah desa, kelompok karang taruna dan kelompok masyarakat. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan untuk menjelaskan maksud dan tujuan serta pentahapan kegiatan dan produk yang akan dihasilkan. Luarannya adalah tersosialisasikannya rencana program KKN Tematik di Desa Mekar Kecamatan Soropia Kabupaten Konawe.

B. Identifikasi Stakeholder yang Akan Dilibatkan

Tahap kedua adalah melakukan identifikasi stakeholder yang akan dilibatkan. Stakeholder tersebut antara lain tapi meliputi kelompok nelayan, kelompok pemuda dan tokoh

agama. Stakeholder yang dimaksud berada dalam arahan dan hasil konsultasi dari pemerintah desa.

Identifikasi stakeholder sebagai bakal calon anggota kelompok nelayan budidaya harus disetujui oleh Kepala Desa setempat. Dalam proses ini, pemerintah desa memberikan arahan terkait siapa saja bakal calon yang dapat dijadikan anggota kelompok yang terlibat. Selain itu untuk program rehabilitasi terumbu karang akan dilibatkan tidak hanya masyarakat yang memiliki unit budidaya juga kelompok pemuda setempat.

C. Survei Kondisi Habitat Bentik dan Pengolahan Citra Satelit

Survei data dasar dilakukan agar tim KKN Tematik mengetahui kondisi umum terumbu karang sekitar lokasi. Rona awal kondisi habitat bentik perairan dasar dianalisis melalui teknologi penginderaan jauh yakni melalui pengolahan citra satelit Sentinel 2A untuk menghasilkan peta sebaran kondisi terumbu karang. Setelah itu, dilakukan survei pada beberapa lokasi sekaligus menentukan titik lokasi rencana rehabilitasi.

D. Penyiapan Media Transplantasi Karang

Dari beberapa banyak metode transplantasi terumbu karang yang ada di Indonesia, terdapat salah satu metode yang cukup menarik dan mampu untuk mengatasi kerusakan terumbu karang, metode tersebut yaitu jaring laba-laba (*web spider*). Metode yang akan dilakukan rangkanya berbentuk menyerupai jaring laba-laba sehingga disebut metode jaring laba-laba. Metode ini merupakan metode rehabilitasi terumbu karang yang diadopsi dari rehabilitasi karang di Indonesia yang telah dilakukan oleh Williams dan kawan-kawan [15]. Metode ini digunakan untuk mengatasi kerusakan terumbu karang dengan area yang luas akibat adanya penggunaan bom untuk menangkap ikan yang menghancurkan struktur terumbu karang.

E. Instalasi dan Transplantasi Anakan Karang

Setelah media transplantasi karang terbentuk, maka selanjutnya adalah instalasi media ke lokasi target dan penanaman anakan

karang. Jenis karang yang akan ditransplantasi adalah jenis karang *acropora*.

Adapun tahapan instalasi ini adalah:

- Distribusi dan penurunan media rehabilitasi 'spider-web' ke lokasi
- Pengambilan fragmen anakan karang di laut
- Pemotongan fragmen karang dengan ukuran kurang lebih 10cm
- Peletakan kerangka jaring laba-laba di substrat dasar.
- Pemasangan anakan karang menggunakan kabel ties
- Pembersihan kerangka jaring laba-laba dari alga yang menempel.

F. Rencana Keberlanjutan Program

Kegiatan pengabdian masyarakat yang disatukan dengan program KKN Perguruan Tinggi ini diharapkan dapat berlangsung secara berkelanjutan. Program ini diharapkan tidak sekedar menjadi program atau proyek semata, tetapi betul-betul dapat diimplementasikan oleh kelompok sasaran dalam hal ini masyarakat kelompok nelayan yang sudah terbentuk sebelumnya.

Pada akhirnya segala penerapan teknologi dan aplikasi yang diberikan kepada masyarakat dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dan tata kelola kelembagaan di level desa sekaligus menjadi nelayan yang sejahtera yaitu mandiri berdasarkan kekayaan sumberdaya perikanan yang ada.

HASIL

A. Sosialisasi dan Koordinasi Program

Sosialisasi dan koordinasi pelaksanaan KKN Tematik ini dilaksanakan pada saat tim Dosen Pendamping Lapangan (DPL) sampai ke lokasi. Koordinasi awal dilakukan melalui audiensi dengan pemerintah Kecamatan Soropia. Pada koordinasi tersebut, tim diterima oleh Sekretaris Camat Kecamatan Soropia.

Poin-poin penting yang dihasilkan dari pelaksanaan sosialisasi dan koordinasi program KKN ini antara lain adalah:

1. Pemerintah Kecamatan Soropia secara penuh mendukung pelaksanaan KKN Tematik dan memberikan apresiasi terkait program rehabilitasi karang yang akan dilaksanakan di wilayah administrasi Kecamatan Soropia.
2. Pemerintah kecamatan mengharapkan agar dalam interaksi implementasi program bersama masyarakat, maka para mahasiswa diharapkan menerapkan protokol kesehatan Covid 19.
3. Pemerintah kecamatan akan mendukung pelaksanaan program KKN Tematik jika diperlukan. Dukungan tersebut dapat berupa dukungan fasilitas yang dikoordinasikan dengan pemerintah desa atau dukungan dalam bentuk koordinasi dan komunikasi untuk mendukung efektifitas program yang akan dilakukan.

Selain melakukan koordinasi dengan pemerintah kecamatan, juga dilakukan koordinasi dengan pemerintah desa. Koordinasi ini dilakukan dalam rangka memintah arahan terkait dengan posko dan pembahasan soal-soal teknis terkait domisili sementara mahasiswa di lokasi.

Koordinasi dengan pemerintah desa diwakili dengan sekretaris desa dan perangkat desa yang nantinya akan menjadi posko KKN yang akan ditempati oleh mahasiswa. Hal-hal teknis terkait program, pihak-pihak terkait yang akan dilibatkan dalam pelaksanaan program, dan hal-hal yang terkait dengan posko turut dibahas pada pertemuan ini.

Hal-hal yang menjadi hasil pertemuan koordinasi dengan pemerintah desa adalah:

1. Pemerintah Desa Mekar mendukung pelaksanaan KKN Tematik dengan menyiapkan salah satu rumah warga sebagai posoko pelaksanaan KKN Tematik.
2. Pemerintah desa akan membantu memfasilitasi kelompok masyarakat yang akan dilibatkan dalam pelaksanaan kegiatan. Kelompok nelayan yang sudah terbentuk sebelumnya akan turut terlibat pada kegiatan KKN yakni pada saat pembuatan wadah transplantasi dan penurunan wadah transplantasi.

3. Hal-hal lain terkait teknis pelaksanaan kegiatan akan dibicarakan lebih lanjut antara tim DPL, mahasiswa dan pemerintah desa.

B. Identifikasi Stakeholder

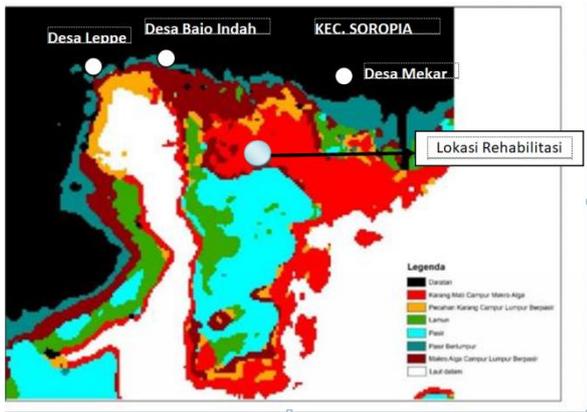
Pada kegiatan ini, pelaksanaan program melibatkan kelompok nelayan dan pembudidaya yang berada di Desa Mekar yakni Kelompok Miara Daya Sama Bahari. Kelompok ini merupakan kelompok nelayan dan pembudidaya ikan yang terdiri dari 12 orang anggota. Selama proses pelaksanaan program, kelompok ini terlibat secara aktif mulai dari penyediaan peralatan pembuatan wadah transplantasi, penentuan titik lokasi rehabilitasi dan penurunan atau instalasi wadah transplantasi di lokasi rehabilitasi.

C. Survei Kondisi Habitat Bentik dan Pengolahan Citra Satelit

Survei data dasar bertujuan untuk menentukan lokasi rehabilitasi karang. Kriteria yang digunakan dalam penentuan lokasi rehabilitasi adalah:

1. Lokasi adalah area karang dengan kondisi substrat berpasir
2. Lokasi pernah ditutupi oleh terumbu karang dan sudah mengalami kerusakan akibat aktifitas antropogenik
3. Akses ke lokasi rehabilitasi relatif terjangkau
4. Tidak terpengaruh dari adanya sedimentasi yang berasal dari daratan.
5. Area memiliki kemiringan yang landai atau kurang dari 3%
6. Lokasi rehabilitasi disetujui oleh pihak pemerintah desa.

Untuk memperoleh gambaran lokasi rehabilitasi di lokasi KKN Tematik, maka pada tahap ini dilakukan pemetaan substrat dasar perairan dangkal menggunakan citra Sentinel 2A. Di bawah ini ditampilkan peta hasil analisis citra kondisi terumbu karang/substrat dasar perairan di lokasi kegiatan.



Gambar 1. Peta kondisi substrat dasar perairan dangkal di lokasi KKN Tematik

D. Rehabilitasi Terumbu Karang

Program KKN Tematik ini adalah melakukan rehabilitasi karang di lokasi yang sudah mengalami degradasi. Proses pelaksanaan program ini secara umum terdiri dari 3 kegiatan utama yakni penyiapan alat dan bahan, pembuatan media transplantasi dan penuruan media transplantasi yang sudah dicangkokkan anakan karang ke lokasi rehabilitasi.

1. Penyiapan Alat dan Bahan

Alat atau wadah transplantasi yang digunakan pada program KKN Tematik tehabilitasi terumbu karang ini adalah unit transplantasi dengan kerangka menyerupai *spider-web*. Metode ini digunakan untuk mengatasi kerusakan terumbu karang dengan area yang luas akibat adanya penggunaan bom untuk menangkap ikan yang menghancurkan struktur terumbu karang.

Kelebihan metode ini adalah:

- Struktur dari rangka yang dibuat merupakan material yang murah untuk merehabilitasi terumbu karang yang rusak parah dengan ukuran luasan yang besar dan berada di daerah yang terkena gangguan antropogenik.
- Rangka memberikan alur air sehingga tidak mudah terhempas gelombang.
- Rangkanya juga berfungsi menjebak pecahan karang dan berfungsi menstabilkan substrat secara efektif.
- Mendukung rekrutmen, pertumbuhan dan keaneragaman karang yang tinggi.

Alat – alat utama dalam pembuatan wadah transplantasi ini adalah besi, alat pengelas, pencegah karat resin dan pasir pantai. Peralatan dan bahan tersebut dapat bdengan mudah diperoleh di beberapa toko bangunan yang ada di Kota Kendari kemudian dimobilisasi ke lokasi KKN.

Di bawah ini adalah foto-foto pengadaan alat dan bahan pembuatan wadah transplantasi karang sistem kerangka *spider-web*.



Gambar 2. Pengadaan alat dan bahan pembuatan kerangka transplantasi *spider web*

2. Pembuatan Media Transplantasi Karang

Kerangka yang dibuat berbentuk spider web dengan panjang kaki-kaki kurang lebih 36 cm dan diameter kurang lebih 54 cm. Proses pembuatannya secara berturut-turut adalah pemotongan besi menjadi beberapa bagian, pengelasan, dan pelumuran lem dan pasir.

Di bawah ini ditampilkan proses pembuatan kerangka *spider web* sebagai wadah transplantasi karang. Selain kerangka transplantasi berbentuk spider-web, juga dibuat *name tag* lokasi rehabilitasi dengan tulisan 'KKNT UHO'. Proses pembuatan kerangka transplantasi ini dilakukan oleh mahasiswa KKN yang dibantu dengan kelompok nelayan Miara Daya Sama Mandiri. Bersama kelompok nelayan, para mahasiswa saling berbagi peran dimana peran anggota kelompok nelayan Miara Sama Mandiri membantu dalam hal fasilitasi beberapa peralatan pertukangan seperti gurinda dan tang, penyediaan mesin genset, dan pasir pantai.



Gambar 3. Proses pembuatan media transplantasi kerangka *spider-web*

3. Penurunan Media Transplantasi Karang

Proses penurunan media transplantasi dilakukan oleh mahasiswa, tim DPL dan kelompok nelayan Miara Daya Sama Mandiri. Sebelum diturunkan, terlebih dahulu dilakukan mobilisasi peralatan selam atau *Scuba Diving*. Selain itu, wadah transplantasi dikumpulkan di satu tempat dekat pantai untuk memudahkan proses pemindahan wadah ke kapal dan ke lokasi rehabilitasi.

Sebelum diturunkan ke lokasi, terlebih dahulu dipersiapkan anakan karang jenis *Acropora sp.* *Acropora sp.* sebagai bibit karang diperoleh dari sekitar lokasi rehabilitasi. Anakan karang ini kemudian dipotong-potong dengan

ukuran 5 cm dan kemudian diikat menggunakan tali ties di wadah transplantasi. Di beberapa wadah juga dibuat *name tag* sebagai penanda waktu untuk keperluan monitoring pertumbuhan karang setiap 6 bulan nantinya.



Gambar 4. Proses penyiapan wadah transplantasi, taging unit untuk keperluan monitoring pertumbuhan karang dan penurunan wadah ke lokasi rehabilitasi

PEMBAHASAN

Monitoring terumbu kondisi unit transplantasi dilakukan di akhir minggu pelaksanaan KKN. Secara umum, belum ada gangguan atau tanda-tanda negatif terkait dengan pertumbuhan anakan karang karena masih berumur kurang lebih 1 minggu. Selanjutnya, anakan karang yang menjadi bibit pada kegiatan ini akan dilanjutkan dengan program penelitian berupa monitoring pertumbuhan karang secara rutin hingga berumur minimal 2 tahun.

Terdapat beberapa dampak dari program ini yakni:

1. Area perairan yang menjadi lokasi rehabilitasi disepakati oleh kelompok nelayan sebagai zona larang tangkap yang luasnya kurang lebih 150 m².
2. Kelompok sasaran yang mengikuti kegiatan ini secara langsung yakni Kelompok Miara Sama Mandiri akan dijadikan desa binaan oleh Universitas Halu Oleo. Keuntungan dari desa binaan ini adalah mereka akan diikutsertakan dalam setiap kegiatan yang

dilakukan di wilayah mereka. Keuntungan kedua adalah dosen lingkup UHO dapat berkomunikasi secara intensif dan menanyakan persoalan dan hasil apa saja yang telah dicapai di desa tersebut terkait kapasitas nelayan dan dapat melanjutkan program-program pengabdian kepada masyarakat lainnya.

3. Anggota kelompok nelayan yang dilibatkan telah memahami metode pembuatan kerangka media transplantasi karang menggunakan metode *spider web*.
4. Secara keseluruhan, anggota kelompok nelayan menyatakan dukungannya terhadap upaya konservasi ekosistem terumbu karang di desanya untuk mendukung program desa wisata terintegrasi dengan destinasi wisata Pulau Bokori.

Ekosistem ini berperan penting bagi biota laut sebagai habitat untuk tumbuh, berkembang dan bereproduksi. Dalam hal pengelolaannya dibutuhkan langkah yang tepat untuk menjaga kelestariannya. Transplantasi karang merupakan salah satu bentuk upaya rehabilitasi terumbu

karang melalui pengcangkakan karang hidup pada media yang menjadi habitat baru pada lahan yang kosong [15].

Metode Rangka-Spider digunakan dengan pertimbangan sebagai berikut: 1. Struktur dari rangka yang dibuat merupakan material yang murah untuk merehabilitasi terumbu karang, 2. Rangka memberikan alur air sehingga tidak mudah terhempas gelombang, 3. Rangka berfungsi menjebak pecahan karang dan menstabilkan substrat secara efektif, 4. Mendukung rekrutment, pertumbuhan dan keanekaragaman karang yang tinggi [16].

Kegiatan transplantasi juga memberikan habitat baru bagi biota laut untuk tumbuh dan bereproduksi.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat terintegrasi KKN Tematik melalui program rehabilitasi karang menggunakan metode *spider-web* telah dilaksanakan oleh mahasiswa bersama-sama dengan masyarakat dan kelompok nelayan Miara Daya Sama Mandiri. Program ini berhasil melakukan instalasi unit transplantasi sebanyak 30 unit dengan jumlah anakan karang mencapai 570 bibit yang ditransplantasikan di lokasi kegiatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih banyak kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi pada pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aulia KN, Kasmara H, Erawan TS, Natsir SM. Kondisi Perairan Terumbu Karang Dengan Foraminifera Bentik Sebagai Bioindikator Berdasarkan Foram Index di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2012;4(2):335–45. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Sauri MIA, Widodo AW, Luthfi OM. Klasifikasi Genus Karang Keras (Scleractinia) dengan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* E-ISSN. 2019;2548:964X. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Widiastuti EL, Dani SKD, Yudha IG, Susanto GN. Growth and Estimation of Potential Carbon Absorption by Transplantation Branching Coral Reefs on Mahitam and Pahawang Islands of Pesawaran Regency, Lampung Province. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing; 2021. p. 12053. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Vany HA. Transplantasi Karang dan Jumlah Karbon yang Tersimpan Pada Kerangka Karang yang di Transplantasi di Ekosistem Terumbu Karang Pantai Nirwana. Universitas Andalas; 2016. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
5. Rera SA. Laju Pertumbuhan dan Serapan Karbon pada Karang yang Ditransplantasi dengan Metode Pengikatan dan Pengeleman di Taman Nirwana, Kota Padang. Universitas Andalas; 2016. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
6. Sukmara A, Siahainenia AJ, Rotinsulu C. Panduan Pemantauan terumbu Karang Berbasis Masyarakat Dengan Metoda Manta Tow. *Proyek Pesisir-CRMP Indonesia Jakarta*. 2001;48. [[Link](#)] [[Google Scholar](#)]
7. Abimanyu A, SUSILOWATI I. Dampak Industri Pariwisata Terhadap Keberlangsungan Terumbu Karang di Karimunjawa. *Fakultas Ekonomika dan Bisnis*; 2019. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
8. Prasetya IND. Rekrutmen Karang di Kawasan Wisata Lovina. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*. 2012;1(2). [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
9. Uar ND, Murti SH, Hadisusanto S. Kerusakan Lingkungan Akibat Aktivitas Manusia Pada Ekosistem Terumbu Karang. *Majalah Geografi Indonesia*. 2016;30(1):88–96. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
10. Birkeland C. Ratcheting down the coral reefs. *BioScience*. 2004;54(11):1021–7. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
11. Salim D. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Akibat Pemutihan (Bleaching) dan Rusak. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 2012;5(2):142–55. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]

12. Salsabiela M, Anggoro S, Purnaweni H. Kajian Keefektifan Pengelolaan Terumbu Karang (Studi Kasus: Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) Pulau Biawak dan Sekitarnya, Kabupaten Indramayu). *Jurnal Saintek Perikanan*. 2014;10(1):13–8. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Olih MUYP, Ningsi A, Auliyah N, Yantu M, Binol SV. Teknik Transpalantasi Karang Menggunakan Metode Rangka-Spider di Sekitar Pantai Ratu Desa Tenilo, Kab. Boalemo. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2021;4(1):569–73. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
14. Lelyemin B. Kegiatan Transplantasi Karang Bersama Masyarakat Pulau Latondu Besar Taka Bonerate. *JECE- Journal of Empowerment Community and Education*. 2022;2(3). [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
15. Harahap SA. Penanaman Terumbu Karang Dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Lingkungan Dengan Metode Transplantasi Rangka Kubah Di Pangandaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2017;1(2). [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
16. Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang, Laut. Optimalisasi Perbaikan Terumbu Karang dengan Transplantasi Menggunakan Metode Jaring Laba-laba (Web Spider). Kementerian Kelautan dan Perikanan. [Internet]. 19 Juli 2019. 2019. [[Link](#)]