

DAMPAK CORAL BLEACHING PADA MASYARAKAT LOKAL DI KAWASAN TAMAN LAUT BUNAKEN

A. Muhammad Fauzan Sulfa, Nabilah Rezky Putri Zahirah, dan Fuad Mahfud Assidiq

Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: andimuhfauzansulfa08@gmail.com

Abstrak

Coral bleaching atau pemutihan karang adalah suatu fenomena di mana karang atau terumbu karang kehilangan warnanya akibat stres lingkungan. Contoh kasus *coral bleaching* yang terjadi di Indonesia yaitu pada kawasan taman laut Bunaken, terletak di pulau Manado, Sulawesi Utara. Kawasan Taman laut bunaken ini terkenal dengan wisata bawah laut dan banyaknya jenis terumbu karang yang dapat ditemukan. Berdasarkan data, kasus pemutihan karang ini mengalami peningkatan dari tahun ke tahun Hal ini mengancam industri pariwisata, melemahkan perlindungan alami pantai dan merugikan mata pencaharian nelayan yang bergantung pada terumbu karang, sehingga diperlukan perhatian khusus untuk menangani permasalahan yang sedang terjadi. Penulisan artikel ini disusun dengan metode studi literatur. Adapun tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya pemutihan karang dan bagaimana dampak yang dapat dirasakan masyarakat lokal di kawasan taman nasional bunaken, juga menjelaskan bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemutihan karang yang terjadi. Dampak pemutihan karang sangat besar terhadap masyarakat lokal di kawasan Taman Laut Bunaken.

Kata Kunci : Pemutihan Karang, Terumbu Karang, Taman Laut Bunaken

Abstract

Coral bleaching is a phenomenon in which corals or coral reefs lose their colour due to environmental stress. An example of coral bleaching that occurred in Indonesia is in the Bunaken marine park area, located on the island of Manado, North Sulawesi. The Bunaken marine park area is famous for underwater tourism and the many types of coral reefs that can be found. Based on data, coral bleaching cases have increased from year to year. This threatens the tourism industry, weakens the natural protection of the coast and harms the livelihoods of fishermen who depend on coral reefs, so special attention is needed to deal with the problems that are happening. The writing of this article was prepared using the literature study method. The purpose of writing this article is to find out the causes of coral bleaching and how the impact can be felt by local communities in the Bunaken National Park area, as well as explaining how efforts can be made to tackle coral bleaching that occurs. The impact of coral bleaching is very large on local communities in the Bunaken Marine Park area.

Keywords: Coral Bleaching, Coral Reefs, Bunaken Marine Park

PENDAHULUAN

Pada tahun 1991, Taman Nasional Bunaken didirikan, dimana tujuan utama dari taman nasional ini adalah sebagai sarana konservasi ekosistem laut dan daratan di sekitar area tersebut. Taman Nasional Bunaken merupakan taman laut yang terletak pada Pulau Sulawesi sebelah utara di Teluk Manado, Indonesia dan memiliki luas kawasan mencapai 89.065 hektare. Dengan keindahan alam bawah laut yang beragam dan memukau, membuat wisata Teluk Manado ini terkenal. Taman ini terletak di Segitiga Terumbu Karang yang menjadi habitat bagi 390 spesies terumbu karang yang indah, ikan-ikan dengan warna beragam, dan biota laut lainnya. Terumbu karang di Indonesia merupakan salah satu kekayaan alam yang dimiliki bangsa Indonesia yang tak ternilai harganya. Selain sebagai salah satu surga bawah laut, Taman laut bunaken juga menciptakan mata pencaharian utama bagi masyarakat lokal di sekitarnya. Perairan yang dihiasi oleh banyak terumbu karang telah menjadi sumber mata pencaharian utama pada sektor perikanan dan pariwisata. Terumbu karang di Taman Nasional Bunaken memiliki manfaat yang sangat penting bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya, seperti menjaga kestabilan pantai dan mencegah abrasi, menyediakan bahan pangan bagi manusia, seperti ikan dan kerang, menyediakan bahan baku industri, seperti kapur dan bahan kosmetik, serta menyediakan objek wisata yang menarik bagi para wisatawan.

Namun, terumbu karang di Taman Nasional Bunaken banyak mengalami pemutihan (*bleaching*), yang ditandai dengan hilangnya warna-warna cerahnya dan berubah menjadi putih karena berbagai penyebab stres, seperti perubahan suhu, cahaya, atau nutrisi. Pemutihan di lokasi ini sudah berlangsung sejak tahun 2006 dan biasanya berlangsung pada bulan April hingga Desember. Terdata pada tahun 2010, 2013, dan 2014, terumbu karang di Taman Nasional Bunaken mengalami pemutihan yang cukup parah. Terumbu karang yang paling banyak mengalami



pemutihan adalah dari *genera Porites* dan *Acropora*, sedangkan yang paling sedikit terkena dampak pemutihan adalah *Pocillopora* dan *Montipora*. Dengan adanya pemutihan karang atau *coral bleaching* ini telah menjadi suatu ancaman serius bagi ekosistem laut, dan selanjutnya akan berdampak besar pada masyarakat lokal. Karenanya, diperlukan berbagai tindakan preventif untuk menghindari sekaligus menanggulangi pemutihan karang (*coral bleaching*) agar dapat menjaga kelestarian terumbu karang dan memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya.

METODE PENELITIAN

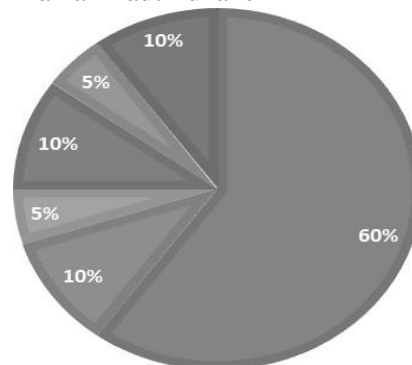
Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel ini adalah studi literatur, dimana metode ini dilakukan dengan cara membaca, mengumpulkan dan mengolah data-data referensi dari berbagai makalah, jurnal dan sumber web pendukung. Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengungkapkan berbagai teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti. Metode penelitian yang dapat digunakan untuk artikel tentang dampak coral bleaching pada masyarakat lokal di kawasan Taman Laut Bunaken dapat mencakup langkah-langkah berikut:

- 1) Studi Literatur: Melakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkini tentang coral bleaching, dampaknya, dan upaya-upaya penanggulangannya. Sumber literatur dapat mencakup jurnal ilmiah, artikel, laporan riset, dan dokumen resmi terkait.
- 2) Survei Lapangan: Melakukan survei lapangan di kawasan Taman Laut Bunaken untuk mengumpulkan data langsung dari masyarakat lokal, nelayan, dan pihak terkait lainnya. Survei ini dapat dilakukan melalui wawancara, kuesioner, atau observasi langsung.
- 3) Analisis Data: Menganalisis data yang dikumpulkan dari studi literatur dan survei lapangan untuk mengidentifikasi penyebab coral bleaching, dampaknya terhadap masyarakat lokal, dan upaya-upaya yang telah dilakukan atau dapat dilakukan.
- 4) Studi Kasus: Melakukan studi kasus terhadap beberapa komunitas lokal di sekitar Taman Laut Bunaken untuk mendalami dampak coral bleaching secara lebih mendalam dan memahami respons masyarakat terhadap perubahan lingkungan.
- 5) Kolaborasi dengan Pihak Terkait: Melibatkan pihak terkait seperti LSM, pemerintah daerah, dan akademisi dalam proses penelitian untuk mendapatkan sudut pandang yang komprehensif dan mendukung implementasi solusi yang ditemukan.
- 6) Analisis Kualitatif dan Kuantitatif: Menggunakan pendekatan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk memahami data yang dikumpulkan, termasuk mengidentifikasi pola-pola, tren, dan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti.

Dengan menggabungkan berbagai metode penelitian tersebut, diharapkan artikel tentang dampak coral bleaching pada masyarakat lokal di kawasan Taman Laut Bunaken dapat memberikan pemahaman yang komprehensif dan solusi yang berkelanjutan terhadap permasalahan yang dihadapi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyebab Coral Bleaching di Kawasan Taman Laut Bunaken



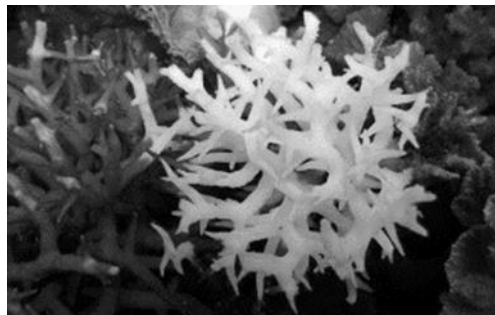
Gambar 1. Diagram Penyebab Coral Bleaching

Tabel 1. Faktor Penyebab *Coral Bleaching*

No.	Penyebab	Persentase
1	Pemutihan terjadi pada terumbu karang akibat peningkatan suhu air akibat <i>El Nino</i> .	60%
2	Situasi ini kemudian diperparah oleh pemanasan global yang disebabkan oleh aktivitas manusia, karena laut menyerap 93% peningkatan panas bumi.	10%
3	Ketika karang memiliki penyakit, pemutihan kemudian terjadi ketika terumbu karang mengalami stres dan kehilangan alga yang biasa disebut <i>Zooxanthellae</i> . Alga memberikan 4.444 pigmen warna pada terumbu karang.	5%
4	Disebabkan oleh polusi dan apabila jika kondisi kembali normal, warna cerah terumbu karang mungkin akan kembali. Namun, hal ini akan memakan waktu puluhan tahun dan jika tekanan terus berlanjut, 4.444 terumbu karang akan mati.	10%
5	Penggunaan bom ikan atau penangkapan ikan secara ilegal.	5%
6	Kenaikan pada permukaan air laut sering	10%

Salah satu penyebab terbesar terjadinya *Coral Bleaching* atau pemutihan karang di kawasan Taman Laut Bunaken adalah anomali suhu yang relatif tinggi yang terjadi di permukaan laut. anomali suhu ini merupakan kondisi di mana suhu permukaan laut mengalami penyimpangan dari keadaan normal atau rata-rata. Kondisi ini biasa disebut dengan *El Nino* dan *La Nina*. *El Nino* merupakan sebuah fenomena cuaca yang terjadi akibat peningkatan suhu permukaan air di Samudra Pasifik Tengah dan Timur yang menjadi lebih hangat dari biasanya. Sedangkan *La Nina* merupakan kebalikannya yaitu, suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian tengah mengalami pendinginan di bawah kondisi normalnya. Selain itu, pemanasan global juga menyebabkan suhu laut mengalami peningkatan. Pemanasan global dapat terjadi akibat aktivitas manusia yang dapat menimbulkan polusi di sekitar taman laut Bunaken. Seperti polusi dari limbah pertanian, rumah tangga dan pariwisata yang dapat menyebabkan pemutihan karang dikarenakan zat-zat kimia yang dapat membuat karang menjadi stress dan akhirnya mengalami pemutihan. Selain itu, Kegiatan overfishing atau penangkapan ikan berlebihan di sekitartaman laut Bunaken juga menyebabkan penurunan populasi ikan pemakan alga menurun, sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan alga (*bloom alga*) yang berlebihan, dan dapat menutupi karang dan menyebabkan bleaching.

Kebanyakan karang hidup bersimbiosis dengan spesies *Zooxanthellae*. *Zooxanthellae* merupakan alga bersel tunggal yang hidup di jaringan karang. *Zooxanthellae* menghasilkan makanan melalui fotosintesis, yang diserap dan digunakan oleh karang. karang mengandalkan hubungan simbiosis untuk bertahan hidup. Tetapi, perubahan suhu yang terjadi menyebabkan karang mengeluarkan *Zooxanthellae*. Sehingga, laju pengapuran karang akan mengalami penurunan. Lalu, karang pun menjadi stress dan mulai kehilangan warnanya.

**Gambar 1.** Pemutihan karang di kawasan taman laut Bunaken

Dampak Coral Bleaching pada Masyarakat Lokal di Kawasan Taman Laut Bunaken

Seperti yang dapat diketahui, Taman laut Bunaken terkenal akan keindahan pantai dan aktivitas bawah lautnya, dan menjadi salah satu destinasi wisata dunia. *Coral bleaching* akan membuat kegiatan pariwisata menurun karena kehilangan ciri khas dan daya tarik wisatanya. Pemutihan karang yang terjadi akan berdampak pada masyarakat lokal yang tinggal di kawasan taman laut Bunaken, karena karang merupakan pelindung pantai alami dari hantaman gelombang. Dengan pemutihan karang yang terjadi, karang akan terhambat pertumbuhannya dan mati. sehingga kerusakan pada garis pantai lebih besar yang tentunya akan berefek buruk kepada masyarakat yang tinggal dan memperoleh pendapatan di bagian pesisir pantai. Rusaknya pesisir pantai akan membuat bangunan pariwisata akan mengalami kerusakan dan menyebabkan kerugian bagi masyarakat yang memiliki usaha. Selain itu masyarakat juga kehilangan kesempatan untuk membangun infrastruktur pariwisata di pesisir. Karang mati dan hilangnya keindahan alam bawah laut dapat menurunkan jumlah wisatawan, sehingga berdampak pada berkurangnya pendapatan para pekerja dan pelaku usaha lokal yang bergantung pada pariwisata.



Gambar 2. Rusaknya pesisir pantai akibat pemutihan karang

Terumbu karang merupakan habitat dan tempat tinggal dari berbagai jenis ikan dan merupakan satu dari sumber mata pencaharian penduduk lokal di kawasan Taman Laut Bunaken. Dimana sebagian besar penduduk yang tinggal di kawasan taman laut Bunaken merupakan nelayan yang mengandalkan sektor perikanan untuk keberlangsungan hidupnya. Pemutihan karang akan menyebabkan ikan kehilangan tempat tinggal sehingga nelayan dan masyarakat akan kehilangan sumber mata pencahariannya. Selain kehilangan mata pencahariannya, karang juga menyediakan sumber makanan yang penting bagi banyak komunitas pesisir. Kehilangan ekosistem karang dapat mengurangi ketersediaan ikan dan biota laut lainnya, yang dapat berdampak pada keberlanjutan perikanan dan keamanan pangan masyarakat lokal.

Upaya Penanggulangan

Untuk mengatasi dampak *coral bleaching* pada masyarakat di Taman Nasional Bunaken, diperlukan kerjasama antara pemerintah, lembaga pelestarian lingkungan, komunitas lokal, dan sektor pariwisata. Upaya bersama ini menjadi kunci dalam menjaga mata pencaharian dan keberlanjutan wilayah ini serta untuk melindungi keindahan alam yang unik ini. Ekosistem karang akan tetap terjaga apabila dilakukan langkah nyata dalam melestarikan terumbu karang. Penduduk setempat mempunyai peran yang penting berhubungan dengan menjaga kelestarian terumbu karang, sebab aktivitas publik akan memengaruhi ekosistem terumbu karang. Tindakan konkret yang bisa diimplementasikan adalah dengan mengedukasi masyarakat mengenai manfaat merawat atau memelihara kondisi ekosistem terumbu karang agar kedepannya pelaksanaan kegiatan yang berkaitan dengan ekosistem terumbu karang tidak menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat. Selain memberikan informasi kepada tentang manfaat penggunaan alat tangkap ramah lingkungan, dalam hal ini juga membatasi pemahaman masyarakat akan bahaya penggunaan potasium atau bom terhadap keanekaragaman hayati. Ekologi terumbu telah mengakibatkan pemakaian zat beracun yang mengancam ekosistem. Lembaga pemerintah pun termasuk dalam pemangku kepentingan kunci, walaupun perannya belum sepenuhnya aktif. Tanggung jawab pemerintah terletak pada peranannya dalam merumuskan ketentuan yang membatasi dan mengawasi aktivitas penduduk yang memiliki potensi dampak negatif. Oleh karena itu, pemantauan berkala terhadap kondisi ekosistem terumbu karang untuk mengukur dampak penyebaran coral bleaching sangat penting. Selain itu, pemerintah juga dapat mempromosikan dan mendukung praktik-praktik masyarakat yang didasarkan pada kearifan lokal sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi *coral bleaching*. Di beberapa wilayah, praktik kearifan lokal yang diadopsi oleh kepala suku atau pemimpin lokal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas masyarakat dan berkontribusi pada menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang yang masih alami. Penerapan sanksi atau hukuman yang telah disetujui oleh pemerintah bersama dengan masyarakat lokal merupakan bukti nyata dari komitmen pemerintah dalam menjaga keberlanjutan lingkungan.

Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) juga berperan dalam mendukung inisiatif instansi pemerintah untuk mempertahankan keberlanjutan sumber daya alam laut di wilayah tersebut. LSM berperan penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga ekosistem terumbu karang dan mengatasi permasalahan pemutihan karang. Dalam menghadapi tantangan pemutihan karang, partisipasi aktif dari berbagai pihak, termasuk organisasi pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, sangat diperlukan. Akademisi juga memiliki peran krusial dalam upaya pelestarian lingkungan, mencerminkan kesadaran mereka terhadap pentingnya menjaga lingkungan.

Dalam Undang-Undang Perlindungan Terumbu Karang dijelaskan bahwa pelanggaran terkait perusakan terumbu karang, baik melalui tindakan langsung maupun tidak langsung, diatur dengan ketentuan yang tegas dan serius sesuai dengan UU No. 27 Tahun 2007 (Ida & Riski, 2016: 13). Menurut Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007, pelanggaran tersebut mencakup tindakan-tindakan seperti:

- Melakukan eksploitasi terumbu karang yang mengakibatkan kerusakan pada ekosistem.
- Merampas terumbu karang dari kawasan lindung.
- Menggunakan bahan peledak, bahan beracun, atau metode lain yang dapat merusak ekosistem terumbu karang.
- Melakukan eksploitasi terumbu karang di kawasan lindung.
- Menggunakan alat, metode, atau teknik yang dapat merusak suatu ekosistem terumbu karang.

Tindakan-tindakan ini dilarang dan dikenai sanksi berdasarkan undang-undang untuk menjaga kelestarian terumbu karang. Sebagai akibat dari pelanggaran tersebut, yang bertentangan dengan ketentuan yang tercantum dalam

Pasal 73 ayat (1) Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, serta penerapan sanksi pidana berdasarkan ketentuan dalam Pasal 73 ayat (1) huruf a jo Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Daerah Pengelolaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, seseorang dapat dijatuhi hukuman kurungan dengan masa tahanan selama 2 (dua) tahun dengan denda sebesar Rp 2.000.000.000,00 (dua miliar rupiah).

Ekosistem terumbu karang memegang peran yang sangat penting dalam ekosistem pesisir, sehingga penting untuk melakukan pemantauan berkaitan dengan kondisinya dan perkembangannya. Monitorin lingkungan terumbu karang bertujuan untuk menghadirkan wawasan kepada komunitas pesisir berhubungan dengan praktik pengelolaan, pemantauan, dan tindakan pencegahan terhadap pemutihan karang (*coral bleaching*). Selain itu, pemantauan ini bermanfaat untuk mengidentifikasi faktor-faktor, baik yang bersumber dari faktor internal ataupun eksternal yang memiliki potensi untuk memicu terjadinya pemutihan karang (*coral bleaching*). Kegiatan pemantauan ekosistem terumbu karang dapat menjadi landasan bagi pemerintah dan lembaga masyarakat setempat dalam merumuskan kebijakan dan regulasi terkait pengelolaan wilayah pesisir, terutama dengan fokus pada perlindungan ekosistem terumbu karang, merancang regulasi, dan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan wilayah pesisir, terutama fokus pada perlindungan ekosistem terumbu karang.

Tentu saja, tidak ada solusi instan untuk mengatasi pemutihan karang. Namun, para pemangku kepentingan, yang termasuk pengelola dan pengambil keputusan, dapat berperan dalam mengawal keberlangsungan sumber daya yang tersisa dan mempercepat proses pemulihan. Manajemen yang bertujuan untuk meminimalkan serta melenyapkan dampak yang timbul akibat aktivitas manusia yang berkontribusi pada kerusakan yang berlanjut sangat penting dalam usaha memperbaiki situasi pemulihan karang menjadi optimal. Hal ini mencakup langkah-langkah untuk mengurangi tekanan yang disebabkan oleh aktivitas perikanan yang berlebihan, pariwisata, serta polusi yang berasal dari pemanfaatan lahan dan perkembangan wilayah. Melindungi terumbu karang yang masih hidup menjadi prioritas utama, karena hal ini merupakan kunci untuk pemulihan jangka panjang terumbu karang, baik pada tingkat regional maupun internasional. Selain itu, mengatur zona-zona larangan penangkapan ikan dan mengimposisikan pembatasan pada peralatan tangkap (seperti melarang penggunaan bahan peledak) dapat efektif mengurangi dampak kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas manusia pada ekosistem terumbu karang. Pemerintah juga dapat melakukan upaya restorasi terumbu karang untuk membantu proses pemulihan terumbu karang yang rusak. Selain itu, pemerintah juga dapat memaksimalkan regulasi dan peraturan perundang-undangan tentang perlindungan terumbu karang, serta memberikan Tindakan hukum dan sanksi yang berat terhadap pelaku perusakan terumbu karang.

KESIMPULAN

Taman Laut Bunaken, dikenal akan pesona pantainya yang memukau serta kehidupan bawah laut yang kaya, telah menjadi destinasi wisata dunia yang terkenal. Akan tetapi, coral bleaching, fenomena pemutihan karang, telah mengancam daya tarik wisata alaminya. Dampak dari pemutihan karang terhadap pariwisata di Taman Laut Bunaken terlihat jelas dalam penurunan minat kunjungan wisatawan ke kawasan ini. Pada tahun 2014, tercatat penurunan jumlah wisatawan domestik dan mancanegara yang datang ke taman nasional ini, sebagian disebabkan oleh pembatasan peraturan pemerintah terkait aktivitas penyelaman (diving) yang memengaruhi kondisi terumbu karang. Untuk memanfaatkan potensi ekowisata bahari tanpa mengorbankan terumbu karang, diperlukan sistem pengelolaan terpadu yang berkelanjutan di Pulau Bunaken.

Pemutihan karang bukan sekadar mengganggu daya tarik pariwisata, melainkan juga berdampak pada komunitas lokal yang tinggal di sekitar Taman Laut Bunaken. Terumbu karang berperan sebagai benteng alami yang melindungi pantai dari hempasan gelombang. Pemutihan karang menghambat pertumbuhan dan bahkan merusak terumbu karang, meningkatkan risiko erosi pantai yang mengancam rumah dan mata pencaharian masyarakat pesisir. Rusaknya garis pantai juga berpotensi merusak infrastruktur pariwisata dan mengakibatkan kerugian bagi pelaku usaha di sektor ini. Lebih jauh lagi, terumbu karang adalah tempat tinggal bagi beragam jenis ikan dan merupakan penopang utama mata pencaharian nelayan lokal di wilayah Taman Laut Bunaken. Sebagian besar penduduk yang tinggal di sana adalah nelayan yang sangat mengandalkan hasil tangkapan ikan untuk mencukupi kebutuhan hidup mereka. Oleh karena itu, pemutihan karang tidak hanya mengancam kelestarian lingkungan, tetapi juga sumber mata pencaharian utama komunitas lokal.

Untuk mengatasi dampak coral bleaching pada masyarakat di Taman Nasional Bunaken, diperlukan kerjasama antara pemerintah, lembaga pelestarian lingkungan, komunitas lokal, dan sektor pariwisata. Upaya bersama ini menjadi kunci dalam menjaga mata pencaharian dan keberlanjutan wilayah ini serta untuk melindungi keindahan alam yang unik ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Towoliu, "Coral reef condition in several dive points around Bunaken Island, North Sulawesi," *Aquat. Sci.*



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- Manag.*, vol. 48, no. Oktober, p. 44, 2014, doi: 10.35800/jasm.0.0.2014.7306.
- [2] D. Salim, “Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Akibat Pemutihan (Bleaching) Dan Rusak,” *J. Kelaut.*, vol. 5, no. 2, pp. 142–155, 2012.
- [3] F. Sunandar, Bleaching, <https://fiqmansunandar.wordpress.com/2013/06/06/bleaching/>, 2013.
- [4] Yvonne *et al.*, “Panduan Pemantauan Pemutihan Karang,” no. October, p. 23, 2016.
- [5] A. F. Muttaqin, Fadillah, and A. D. Hapsari, “Coral Bleaching Ancaman Terbesar Ekosistem Terumbu Karang Saat Ini: Analisis Penyebab dan Upaya Pemantauan,” *Progr. Kreat. Mhs.*, vol. 24070052, no. 2007, 2011.
- [6] L. S. Inggeni, P. N. Aninam, O. Berotabui, and R. M. Rahanra, “ANALISIS DAMPAK KERUSAKAN TERUMBU KARANG PADA EKONOMI DAN SOSIAL MASYARAKAT DI DESA PEREA,” *J. Sci. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 139–149, 2021.
- [7] S. A. Fadillah, “Ulasan Hukum Pidana Sanksi Pada Terumbu Karang Rusak,” vol. 3, no. 2, pp. 219–226, 2019, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/lslr/>
- [8] J. Wuner, A. Kamagi, R. Djamali, and R. D. Towoliu, “Tingkat kesehatan karang berdasarkan coral health chart di tiga daerah penyelaman di Taman Nasional Bunaken,” vol. 6, no. 3, pp. 205–216, 2022.
- [9] D. S. Akhmad, P. W. Purnomo, and S. Supriharyono, “Potensi Kerusakan Terumbu Karang Pada Kegiatan Wisata Snorkeling Di Destinasi Wisata Taman Nasional Karimunjawa,” *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 10, no. 2, pp. 419–429, 2018, doi: 10.29244/jitkt.v10i2.21495.
- [10] S. F. Fitrahwati Nur, “Penanggulangan penyebab terjadinya pemutihan terumbu karang di perairan bulukumba,” *Kelautan, Dep. Tek. Hasanuddin, Univ.*, no. November, pp. 1–5, 2022.