

Analysis of Coral Condition at Kecinan Beach, North Lombok

Engelina Noer Soraya Derksen¹, Dining Aidil Candri^{1*}, Hilman Ahyadi², Arben Virgota², Tri Wahyu Setyaningrum¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : December 19th, 2024

Revised : December 26th, 2024

Accepted : January 19th, 2025

*Corresponding Author: **Dining Aidil Candri**, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; Email: aidilch@unram.ac.id

Abstract: The high level of construction and community activities at Kecinan Beach can affect the condition of the coral reef ecosystem. The health condition of the coral reef ecosystem can be assessed by the percentage of live coral cover within the ecosystem. North Lombok is one of the regencies on the island of Lombok that has experienced coral reef ecosystem damage, with this regency having the lowest percentage of live coral cover compared to other regencies. This study aims to determine the diversity of coral reef lifeform types and assess the health status of coral reefs at Kecinan Beach, North Lombok Regency. Data on coral reef lifeform types were observed using Coral Finder 2.0 Indo Pacific. Data collection was conducted using the UPT (*Underwater Photo Transect*) method at two different depths: 1-5 meters and 6-10 meters. The research results indicate that the coral reef ecosystem at Kecinan Beach is in poor condition. The percentage of live coral cover at depths of 1-5 meters is 3,58%, and at depths of 6-10 meters is 0,90%. There is ten types of coral reef lifeforms were found distributed across both depths: *Acropora* branching, *Acropora* tabulate, coral branching, encrusting, foliose, heliopora, massive, millepora, mushroom, and submissive. Diversity, evenness, and dominance indexes shows even distribution of lifeforms with no dominant species in the coral reef ecosystem at Kecinan Beach, North Lombok.

Keywords: Coral reef, coral health, underwater photo transect.

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan salah satu penyusun utama ekosistem terumbu karang yang dapat ditemui di perairan laut tropis, salah satunya di Indonesia. Terumbu karang merupakan struktur fisik yang terdiri dari satu polip atau lebih dan bersimbiosis dengan alga mikroskopik *Zooxanthellae* yang kemudian membentuk kerangka kapur (Burke *et al.*, 2002; Burke *et al.*, 2012). Ekosistem terumbu karang memiliki peran ekologi dan manfaat ekonomi yang sangat tinggi jika dapat dikelola dengan baik dan berkelanjutan (Samuel *et al.*, 2021). Secara fisik, ekosistem terumbu karang berfungsi sebagai penahan gelombang dan abrasi. Secara ekologi,

ekosistem ini merupakan habitat dan sumber makanan utama bagi biota laut lainnya. Ekosistem terumbu karang juga bernilai secara ekonomi sebagai penyedia jasa pariwisata, sumber obat-obatan dan perikanan tangkap (Hermansyah *et al.*, 2021; Samlansin *et al.*, 2020).

Perairan Nusa Tenggara Barat termasuk dalam wilayah segitiga karang (*Coral Triangle*) dengan luasan ekosistem terumbu karang sebesar 13.728,4 ha. Terumbu karang ini menjadi daya tarik wisata terkenal yang memiliki nilai ekonomi tinggi, termasuk di pulau lombok. Namun, saat ini kondisi terumbu karang di perairan Pulau Lombok mengalami kerusakan. Kabupaten Lombok Barat memiliki persentase tutupan karang

keras tertinggi yaitu 35,52%, dan yang terendah adalah Kabupaten Lombok Utara dengan persentase tutupan karang keras sebesar 22,78% (Pardede *et al.*, 2014). Penurunan persentase tutupan terumbu karang keras di Kabupaten Lombok Utara dikhawatirkan dapat menimbulkan ancaman serius dalam jangka panjang (Haya *et al.*, 2020).

Pantai kecinan sebagai salah satu destinasi wisata populer di Kabupaten Lombok Utara memiliki pemanfaatan sebagai tempat penyeberangan dan pengambilan biota. Banyaknya aktivitas di kawasan pantai ini juga akan berdampak negatif bagi ekosistem terumbu karang. Kondisi kesehatan ekosistem terumbu karang dapat dilihat dari persentase tutupan karang hidup serta keanekaragaman terumbu karang yang terdapat pada ekosistem tersebut (Komala *et al.*, 2024; Candri *et al.*, 2023). Hingga saat ini, penelitian tentang kondisi kesehatan terumbu karang di Pantai Kecinan belum pernah dilakukan. Beberapa penelitian tentang kondisi terumbu karang di Lombok utara pernah dilakukan oleh Wibisana (2021), yang menunjukkan hasil bahwa pada ekosistem terumbu karang dikawasan Gili Matra mengalami tekanan, dimana terdapat 30,76% hard coral dengan kondisi baik sedangkan sisanya dalam kondisi tertekan. Penelitian lain juga pernah dilakukan oleh Haryawan & Sukuryadi (2019) pada Pantai Tiga, Lombok Utara yang menunjukkan bahwa rata-rata persentase tutupan terumbu karang di pantai tersebut sebesar 23,6% dan tergolong kategori Buruk.

Mengetahui kondisi tutupan terumbu karang dapat membantu mengukur krisis dan gangguan yang terjadi pada ekosistem terumbu karang, serta penyebab dari gangguan tersebut. Hal ini dapat dijadikan sebagai analisis dalam melakukan konservasi terumbu karang (Edmunds & Riegl, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman *lifeform* koloni terumbu karang, dan status kondisi terumbu karang di Pantai Kecinan, Kab. Lombok Utara.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2024. Pengambilan data lapangan dilakukan pada area wisata Pantai Kecinan, Kecamatan Pemenang, Lombok Utara. Pengambilan data dilakukan pada 2 kedalaman berbeda, yaitu 1-5 m, dan 6-10 m. Peta lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan data

Pengambilan data terumbu karang

Data terumbu karang yg akan diambil yaitu jenis *lifeform* dan persentase tutupan terumbu karang. Data jenis *lifeform* terumbu karang diamati menggunakan *Coral Finder 2.0* Indo Pacific. Pengambilan persentase tutupan terumbu karang dilakukan dengan metode UPT (*Underwater Photo Transect*) yaitu dengan melakukan pemotretan di bawah air. Transek diletakkan sepanjang 50 m pada setiap kedalaman (1-5 meter, dan 6-10 meter) dan diletakkan sejajar dengan garis pantai. Pengambilan foto terumbu karang menggunakan frame dengan ukuran panjang 58 cm dan lebar 44 cm. Pengambilan foto dimulai dari meter ke-1 untuk frame ganjil (1, 3, 5,...) pada sebelah kiri transek, sedangkan frame bernomor genap (2, 4, 6, ...) diambil pada sebelah kanan transek (Giyanto *et al.*, 2017).

Analisis data

Persentase tutupan terumbu karang

Analisis foto dilakukan menggunakan *software* CPCe. Dari proses analisis foto, diperoleh nilai persentase tutupan masing-masing substrat pada ekosistem terumbu karang yang dihitung menggunakan rumus dari (Giyanto *et al.*, 2017) pada persamaan 1.

$$\text{Presentase tutupan kategori} = \frac{(\text{Jumlah titik kategori tersebut})}{(\text{Banyaknya titik acak})} \times 100\% \quad (1)$$

Penentuan status kerusakan terumbu karang mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 4 Tahun 2001 tentang kriteria baku kerusakan ekosistem terumbu karang, seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria persen tutupan terumbu karang

Baik	Baik Sekali	100-75%
	Baik	74,9- 50%
Rusak	Sedang	49,9-25%
	Rusak	24,9-0%

Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman *lifeform* terumbu karang dihitung menggunakan rumus Shannon-Wiener dalam (Odum, 1993) pada persamaan 2.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

Keterangan:

H': Indeks keanekaragaman

P_i: ni/N

ni: Jumlah *lifeform* terumbu karang

N: Total *lifeform* karang yang diperoleh

S: Jumlah jenis *lifeform* terumbu karang

Nilai indeks keanekaragaman terumbu karang menurut Basmi (1998) dalam Fachrul, M. F., (2007) digolongkan dalam:

H' < 1 = Keanekaragaman rendah.

H' 1-3 = Keanekaragaman sedang

H' > 3 = Keanekaragaman tinggi

Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman menggambarkan persebaran individu antar jenis dalam ekosistem terumbu karang (Rosalina & Sofarini, 2021). Indeks keseragaman dihitung menggunakan persamaan 3.

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

Keterangan:

E: Indeks keseragaman

Ln: Logaritma natural

S: Jumlah jenis *lifeform* terumbu karang

Kriteria indeks keseragaman menurut Krebs (1972) adalah sebagai berikut:

0 < E ≤ 0,5 = Komunitas tertekan

0,5 < E ≤ 0,75 = Komunitas labil

0,75 < E ≤ 1 = Komunitas stabil

Indeks Dominansi

Indeks dominansi menunjukkan adan tidaknya suatu spesies yang mendominasi ekosistem terumbu karang. Indeks dominansi *lifeform* karang dihitung menggunakan rumus Odum (1993) pada persamaan 4.

$$C = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad (4)$$

Dimana:

C: indeks Dominansi

ni: Jumlah individu tiap-tiap spesies

N: Jumlah *lifeform* seluruh spesies

S: Jumlah jenis *lifeform* terumbu karang

Kriteria Indeks dominansi Odum (1993) adalah sebagai berikut:

0 < C ≤ 0,5 = Dominansi rendah

0,5 < C ≤ 0,75 = Dominansi sedang

0,55 < C ≤ 1 = Dominansi tinggi

Hasil dan Pembahasan

Tutupan kategori bentik dan substrat karang

Kondisi tutupan terumbu karang hidup serta potensi pemulihannya sangat mempengaruhi kondisi tutupan bentik pada ekosistem terumbu karang (Giyanto *et al.*, 2017). Jumlah kategori bentik yang ditemukan berbeda pada setiap kedalaman. Pada kedalaman 1-5 m ditemukan 8 kategori bentik, sedangkan pada kedalaman 6-10 m ditemukan 9 kategori bentik. Kategori bentik yang ditemukan pada kedua kedalaman secara garis besar sama, yang membedakan yaitu kategori sponge (Sp) yang hanya ditemukan pada kedalaman 6-10 m. Sponge rentan terhadap gelombang karena memiliki struktur yang rapuh. Hal ini membuat sponge hidup lebih baik pada kedalaman 6-10, dimana pada kedalaman ini spons akan terlindung dari gelombang (Fortunato *et al.*, 2020; Sayori *et al.*, 2022).

Banyaknya variasi bentik membuat semakin tinggi keanekaragaman pada ekosistem terumbu karang. Komponen bentik dan substrat terbanyak yang terdapat di Pantai Kecinan yaitu *sand* (25,48%-26,85%),

sedangkan yang paling rendah yaitu sponge (0,02%). Persentase tutupan kategori bentik

dan substrat pada ekosistem terumbu karang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase tutupan kategori bentik dan substrat Karang

Kategori Bentik	Persentase kategori bentik per kedalaman (%)	
	1-5 m	6-10 m
Coral (Hc)	3,58	0,90
Recent Dead Coral (Dc)	0,38	0,25
Dead Coral With Algae (Dca)	32,74	10,50
Soft Coral (Sc)	0,42	0,02
Sponge (Sp)	0,00	0,02
Fleshy Seaweed (Fs)	22,47	24,79
Other Biota (Ot)	0,89	2,67
Rubble (R)	12,67	35,37
Sand (S)	26,85	25,48
Silt (Si)	0,00	0,00
Rock (Rk)	0,00	0,00

Persentase tutupan karang hidup pada kedua kedalaman di Pantai kecinan berada dibawah 25%. Hal ini menunjukkan ekosistem terumbu karang di Pantai Kecinan berada pada kategori rusak. Dari hasil tutupan karang pada kedua kedalaman terlihat bahwa terumbu karang hidup lebih banyak terdapat pada kedalaman 1-5 m dibandingkan pada kedalaman 6-10 m. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan faktor fisik dan ekologis pada kedua kedalaman yang dapat mempengaruhi struktur komunitas bentik (Wulandari *et al.*, 2022). Salah satu faktor yang berpengaruh yaitu intensitas cahaya matahari. Menurut Sidabutara *et al.*, (2019) perairan yang lebih dangkal menerima intensitas cahaya yang lebih banyak dibandingkan perairan dalam karena cahaya dapat lebih mudah masuk pada perairan yang dangkal.

Recently Dead Coral (DC) memiliki persentase yang rendah pada kedua kedalaman. *Dead coral* banyak ditemukan dalam keadaan mengalami *bleaching*. *Bleaching* menyebabkan kerangka karang menjadi lemah dan rentan terhadap penyakit. *Bleaching* dapat disebabkan kenaikan suhu tinggi yang memicu karang kehilangan simbiotnya sehingga menyebabkan pemutihan karang (Burke *et al.*, 2012).

Dead coral algae (DCA) lebih banyak ditemukan pada kedalaman 1-5 m. Tingginya DCA dapat disebabkan oleh hamburan sedimen akibat proses pengadukkan air laut oleh baling-baling kapal sehingga

meningkatkan massa air tersuspensi (Sakaria, 2022). Kemungkinan tersebut didukung oleh banyaknya persentase substrat pasir di lokasi penelitian. Partikel pasir ini akan menutupi polip karang ketika terjadi pengadukan oleh aktivitas kapal maupun gelombang (Kolibongso *et al.*, 2024). Banyaknya DCA juga dapat dikarenakan kedalaman 1-5 m memiliki cahaya matahari yang cukup. Semakin cerah perairan maka pertumbuhan alga akan semakin tinggi karena akan meningkatkan laju fotosintesis (Rosnawati *et al.*, 2022; Sahroni *et al.*, 2019; Fauziah *et al.*, 2019).

Persentase *Fleshy Seaweed* (FS) pada kedua kedalaman tidak jauh berbeda. Tipe alga yang banyak ditemukan yaitu alga coklat (*Phaeophyta*) dan alga merah (*Rhodophyta*). Tingginya FS di Pantai Kecinan dapat disebabkan adanya masukan air dari darat ke perairan. Masukan air dari daratan biasanya membawa nutrien yang akan menyuburkan pertumbuhan alga (Hermansyah *et al.*, 2021). Menurut Permana *et al.*, (2022), makroalga dapat tumbuh dengan cepat sehingga membuat karang sulit tumbuh karena persaingan ruang.

Rubble atau patahan karang lebih banyak ditemukan kedalaman 6-10 m. Banyaknya *rubble* pada ekosistem terumbu karang dapat terjadi karena faktor alam seperti predasi organisme, bioerosi, penyakit karang dan keadaan perairan yang tidak stabil (Luthfi, 2019). Kegiatan manusia yang merusak alam juga berperan dalam tingginya *rubble* di

perairan. Aktivitas kapal yang melempar dan menarik jangkar sembarangan dapat menghancurkan terumbu karang sehingga menyebabkan banyak *rubble*. Banyaknya patahan karang (*rubble*) juga dapat dikarenakan aktivitas penangkapan ikan menggunakan bahan peledak (Sakaria, 2022).

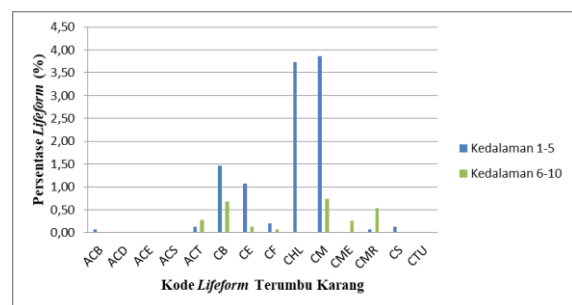
Terumbu karang di Pantai Kecinan memiliki potensi pemulihan atau resiliensi yang rendah, hal ini dapat dilihat dari tutupan substrat yang mendominasi. Resiliensi terumbu karang merupakan ketahanan ekosistem terumbu karang untuk mempertahankan strukturnya dan pulih setelah mengalami stres atau kerusakan. Banyaknya *rubble* dan *fleshy seaweed* merupakan tanda kerusakan serius pada ekosistem terumbu karang yang akan mempengaruhi kemampuan pemulihan. Ekosistem terumbu karang yang memiliki tutupan karang keras dibawah 5% dan tutupan makroalga diatas 3% dipastikan akan sulit untuk pulih. (Giyanto *et al.*, 2017).

Persentase kehadiran *lifecycle hard coral*

Bentuk pertumbuhan (*lifecycle*) terumbu karang bervariasi antar spesies dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Saptarini *et al.*, 2017). Terdapat 10 jenis *lifecycle* yang ditemukan di Pantai Kecinan yaitu Acropora branching (ACB), Acropora tabulate (ACT), coral branching (CB), coral encrusting (CE), coral foliose (CF), coral heliopora (CHL), coral massive (CM), coral millepora (CME), coral mushroom (CMR), dan coral submassive (CS). Coral massive merupakan bentuk pertumbuhan yang dominan pada Pantai Kecinan dan secara umum lebih banyak terdapat pada kedalaman 5 m. Coral massive memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan. Coral massive memiliki lapisan tissue yang lebih tebal dibandingkan jenis karang lainnya, hal ini menguntungkan coral massive karena memberi perlindungan yang lebih baik dengan meningkatkan ketahanan karang terhadap suhu tinggi (Schoepf *et al.*, 2015).

Coral Heliopora hanya ditemukan pada kedalaman 1-5 m. Menurut Sreenath *et al.*, (2021), Heliopora relatif lebih tahan terhadap perubahan iklim dan dapat menekan kematian karena *bleaching*. Karang ini bermanfaat

sebagai pelindung pantai dari badai dan gelombang lebih baik dibandingkan karang bercabang lainnya. Tingginya persentase kehadiran atau tutupan kedua jenis *lifecycle hard coral* tersebut sangat berpotensi mempengaruhi kondisi dan stabilitas komunitas ekosistem terumbu karang. Kelimpahan spesies yang tinggi dapat meningkatkan ketahanan ekosistem dari gangguan karena spesies yang berbeda memiliki peran yang berbeda pula sehingga jika satu spesies mengalami gangguan, spesies lain dapat mengatasi gangguan tersebut dan mempertahankan keseimbangan ekosistem (Wagg *et al.*, 2022). Pengaruh persentase kehadiran *lifecycle* ini dapat diketahui berdasarkan nilai atau indeks ekologi (indeks keanekaragaman, dominansi dan keseragaman) dari komunitas terumbu karang di lokasi penelitian.



Gambar 2. Diagram Persentase *Lifecycle* terumbu karang pada setiap kedalaman di Pantai Kecinan

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa ketiga indeks ekologi komunitas terumbu karang di kedua lokasi penelitian relatif berbeda (Tabel 3). Indeks keanekaragaman pada kedua kedalaman berada pada kategori sedang. Keanekaragaman sedang menunjukkan kualitas perairan Pantai Kecinan tercemar sedang namun masih cukup baik untuk kehidupan terumbu karang. Perairan Pantai Kecinan secara umum mengalami sedimentasi karena adanya aktivitas kapal dan pembangunan di sekitar pantai. Selain itu, terdapat masukan air dari daratan yang masuk ke perairan. Sedimentasi menyebabkan kecerahan berkurang, sedangkan masukan air tawar menyebabkan penurunan salinitas air laut. Rendahnya kecerahan dan salinitas akan menghambat fotosintesis oleh zooxanthella dan menyebabkan stress yang kemudian akan menghambat pertumbuhan terumbu karang (Ding *et al.*, 2022).

Tabel 3. Indeks ekologi komunitas terumbu karang berdasarkan *lifeform* pada kedalaman yang berbeda di Pantai Kecinan.

Indeks	Kedalaman 1-5	Kedalaman 6-10
Keanekaragaman (H')	1,484	1,590
Keseragaman (E)	0,675	0,817
Dominansi (C)	0,307	0,256

Indeks keseragaman menunjukkan keseimbangan pada komunitas terumbu karang. Semakin merata distribusi atau penyebaran antar *lifeform*, maka semakin seimbang ekosistem tersebut (Estradivari *et al.*, 2009). Indeks keseragaman memiliki nilai berbeda pada kedua kedalaman. Indeks keseragaman pada kedalaman 1-5 m bernilai 0,675 dan berada pada kategori labil. Indeks keseragaman pada kedalaman 6-10 m bernilai 0,817 dan masuk dalam kategori stabil. Nilai indeks keseragaman pada kedalaman 6-10 m berada pada kondisi stabil karena memiliki persebaran *lifeform* yang lebih merata dan tidak ada jenis *lifeform* yang mendominasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Fauziah *et al.*, 2018), dimana pada komunitas dengan pemerataan jenis tinggi terjadi interaksi spesies dengan melibatkan transfer energi, jaring makanan, predasi dan kompetisi sehingga akan tercipta kestabilan dalam ekosistem.

Indeks dominansi pada kedua kedalaman masuk pada kategori dominansi rendah. Nilai indeks dominansi ini menunjukkan tidak ada *lifeform* tertentu yang mendominasi pada Pantai Kecinan. Nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di Pantai Kecinan masih dapat menunjang kehidupan terumbu karang dan biota laut lainnya (Armanto *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Terdapat 10 jenis *lifeform* terumbu karang di Pantai Kecinan. *Lifeform* yang paling banyak ditemukan yaitu Coral massive (CM) dan yang paling sedikit ditemukan yaitu Acropora branching (ACB). Persentase terumbu karang hidup ditemukan pada kedalaman 1-5 m sebesar 3,58%, dan 0,90% pada kedalaman 6-10 m. Hasil ini menunjukkan tutupan terumbu karang hidup di Pantai Kecinan berada pada kategori

rusak berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 4 Tahun 2001.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada teman-teman mahasiswa laboratorium biologi kelautan FMIPA Unram dan H. Muhammad Syukur sebagai ketua pokmaswas Pandanan yang selalu bersedia membantu dalam pengambilan data penelitian lapangan.

Referensi

- Armanto, A., Nurrahman, Y. A., & Helena, S. (2022). Kelimpahan dan Keanekaragaman Ikan Karang di Perairan Selatan Pulau Kabung Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 5(2), 62. <https://doi.org/10.26418/lkuntan.v5i2.54096>
- Basmi. (1998). *Perkembangan Komunitas Fitoplankton Sebagai Indikator Perubahan Tingkat Kesuburan Kualitas Perairan*. Jurusan Ilmu Perairan Fakultas Pascasarjana.
- Burke, Loretta; Selig, Elizabeth; Spalding, M. (2002). *Terumbu Karang Yang Terancam*.
- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., & Perry, A. (2012). *Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang*.
- Candri, D. A., Hakimi, B., Ahyadi, H., Suana, I. W., Prasedya, E. S., Ambarwati, K., & Mardiaty, A. U. (2023). Condition of Coral Diversity in Kuta Mandalika Coastal, Central Lombok Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 15–26. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.5627>
- Ding, D., Patel, A. K., Singhania, R. R., Chen, C., & Dong, C. (2022). Effects of Temperature and Salinity on Growth, Metabolism and Digestive Enzymes Synthesis of *Goniopora columna*. *Biology*, 11(436). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/biology11030436>
- Edmunds, P. J., & Riegl, B. (2020). Urgent need for coral demography in a world where corals are disappearing. *Marine Ecology Progress Series*, 635, 233–242.

- <https://doi.org/10.3354/MEPS13205>
Estradivari, E. S., & Yusri, S. (2009). *TERUMBU KARANG JAKARTA; Pengamatan Jangka Panjang Terumbu Karang Kepulauan Seribu*. Yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI).
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara
- Fauziah, A., Bengen, D. G., Kawaroe, M., Effendi, H., & Krisanti, M. (2019). Hubungan Antara Ketersediaan Cahaya Matahari Dan Konsentrasi Pigmen Fotosintetik Di Perairan Selat Bali. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 37–48. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.23108>
- Fauziah, S., Komala, R., & Hadi, T. A. (2018). Struktur Komunitas Karang Keras (Bangsa Scleractinia) Di Pulau Yang Berada Di Dalam Dan Di Luar Kawasan Taman Nasional, Kepulauan Seribu. *Bioma*, 14(1), 10–18. [https://doi.org/10.21009/Bioma14\(1\).6](https://doi.org/10.21009/Bioma14(1).6)
- Fortunato, H.F.M., de Paula, T.S., Esteves, E. L. et al. (2020). Biodiversity and structure of marine sponge assemblages around a subtropical island. *Hydrobiologia*, 847, 281–1299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10750-020-04183-4>
- Giyanto, Muhammad Abrar, Anna EW Manuputty, Rikoh M Siringoringo, Yosephine Tuti, D. Z. (2017). *Panduan Pemantauan Kesehatan Terumbu Karang*. 1, 1–45.
- Giyanto, Mumby, P., Dhewani, N., Abrar, M., & Iswari, M. Y. (2017). Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia. *Puslit Oseanografi - LIPI*, 109. <http://www.oseanografi.lipi.go.id>
- Haryawan, & Sukryadi. (2019). Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Melalui Wisata Bahari Partisipatif Di Pantai Tiga Dusun Setangi Desa Malaka Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara. *Geography: Jurnal Kajian Penelitian & Pengembangan Pendidikan*, 7(1), 1–5. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/geography.v7i1.1421>
- Haya, La Ode Muhammad Yasir; Fujii, M. (2020). Assessment of coral reef ecosystem status in the Pangkajene and Kepulauan Regency, Spermonde Archipelago, Indonesia, using the rapid appraisal for fisheries and the analytic hierarchy process. *Marine Policy*, 118(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104028>
- Hermansyah, Setia, T. M., Utomo, C., Yusidarta, I., Ramadhani, A. R., Effendi, A. N., & Sahrila, N. (2021). Study on The Condition of Coral Reefs in The Planned Marine Park Area of Kaliage Besar Island, Kepulauan Seribu National Park, DKI Jakarta. *Journal of Tropical Biodiversity*, 1(2), 93–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.59689/bio.v1i2.51>
- Kolibongso, D., Alfani, H. G., Loinenak, F. A., Sembel, L., & Purba, G. Y. S. (2024). Pengaruh Sedimentasi terhadap Tutupan Terumbu Karang di Perairan Arfai, Manokwari, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis Juni*, 27(2), 225–235. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22130>
- Komala, R., Noer, M. I., Miarsyah, M., Widyartini, D. S., & Handayani. (2024). Assess the level of damage to the coral reef ecosystem based on substrate coverage on Bira Island, Kepulauan Seribu, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(3), 971–977. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250309>
- Krebs, C. . (1972). *Experimental Analysis of Distribution and Abundanc*. Third Edition. In *Harper and Row*. Harper and Row.
- Lingkungan, H. K. (2001). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No . 4 Tahun 2001 Tentang : Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*. 4.
- Luthfi, O. M. (2019). Studi Komparatif Tutupan Living dan Non Living Substrat Dasar Perairan Pulau Sempu Kabupaten Malang Menggunakan Metode Reef Check. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(2), 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.02.1>
- Sayori, N., Tururaja, T. S., & Kolibongso, D. (2022). Komunitas Spons (Porifera) pada Ekosistem Terumbu Karang di Manokwari, Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 400-410.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14098>
- Odum, E. P. (1993). *Fundamentals of Ecology*. In *Philadelphia: Sanders Company*.
- Pardede, S., Muttaqin, E., Tarigan, S. A. R., & Sadewa, S. (2014). *Status Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Lombok, 2013*. 1–49.
- Permana, M. H. R., Subhan, B., Arafat, D., Sulistiono, & Yulianda, F. (2022). Coral reef health and the distribution of soft coral abundance in Banten Bay. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1119(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1119/1/012034>
- Rosalina, D., & Sofarini, D. (2021). Keanekaragaman Jenis Mangrove di Desa Rukam Kabupaten Bangka Barat. *EnviroScienteeae*, 17(2), 57. <https://doi.org/10.20527/es.v17i2.11495>
- Rosnawati, R., Cokrowati, N., & Dinarti, N. (2022). Response of Light Intensity to the Carotenoid Content of Sea Grape *Caulerpa* sp . Respon Intensitas Cahaya Terhadap Kandungan Karotenoid Anggur Laut *Caulerpa* sp . *Jurnal Natur Indonesia*, 20(2), 41–49. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31258/jnat.20.2.41-49>
- Sahroni, Adi, W., & Umroh. (2019). Kajian Makroalga Pada Terumbu Karang Di Perairan Turun Aban Study Of Macroalgae in Turun Aban Coral Reef. *Aquatic Science*, 1(April), 14–19.
- Sakaria, F. S. (2022). Identification Of Dead Coral Types To Determine The Causes Of Coral Reefs Damage In Malili Waters, Bone Bay. *Maspari Journal*, 2, 91–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.56064/maspari.v14i2.18924>
- Samlansin, K., Chawakitchareon, P., & Rungsupa, S. (2020). Panduan Pemantauan Kesehatan Terumbu Karang. *Thai Environmental Engineering Journal*, 34(1), 19–26. <https://doi.org/10.20527/es.v17i2.11495>
- Samuel, P. D., Dewi, C. S. U., Azmi, N. F. U., Anam, M. C., P., I. D., Setyorini, D. N., Hariani, D. F., & Fatmawati, R. (2021). Coral Reefs Health Status in the East Java: a Case Study in Banyuwangi, Situbondo, Probolinggo. *Research Journal of Life Science*, 8(2), 66–74. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2021.008.02.1>
- Saptarini, D., Mukhtasor, & Rumengan, I. F. M. (2017). Short communication: Coral reef lifeform variation around power plant activity: Case study on coastal area of Paiton Power Plant, East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(1), 116–120. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180117>
- Schoepf, V., Stat, M., Falter, J. L., & McCulloch, M. T. (2015). Limits to the thermal tolerance of corals adapted to a highly fluctuating, naturally extreme temperature environment. *Scientific Reports*, 5, 1–14. <https://doi.org/10.1038/srep17639>
- Sidabutara, E. A., & , Aida Sartimbula, M. H. (2019). Distribusi Suhu, Salinitas Dan Oksigen Terlarut Terhadap Kedalaman Di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 46–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.6>
- Sreenath, K. R., Alvin, A., Aju, K. R., Jasmine, S., Sreeram, M. P., Ranjith, L., & Joshi, K. K. (2021). An extensive monospecific stand of Blue coral *Heliopora coerulea* (Pallas, 1766) in the Chetlat atoll of Lakshadweep Archipelago. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 50(9), 759–761. <https://doi.org/10.56042/ijms.v50i09.66672>
- Wagg, C., Roscher, C., Weigelt, A., Vogel, A., Ebeling, A., Luca, E. De, Roeder, A., Kleinspehn, C., Temperton, V. M., Meyer, S. T., Scherer-lorenzen, M., Buchmann, N., & Fischer, M. (2022). *Biodiversity – stability relationships strengthen over time in a long-term grassland experiment*. 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35189-2>
- Wibisana, S. Y. (2021). Strategi Intervensi Untuk Keberlanjutan Wisata Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Gili Matra Berbasis Ekosistem. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 05(2), 134–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.29244/jp>

pt.v5i2.39259
Wulandari, P., Sainal, Cholifatullah, F., Janwar, Z., Nasruddin, Setia, T. M., Soedharma, D., Praptiwi, R. A., & Sugardjito, J. (2022). The health status of coral reef

ecosystem in Taka Bonerate, Kepulauan Selayar Biosphere Reserve, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(2), 721–732. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230217>