

Coral Reef Condition in Popaya Island Waters, North Gorontalo

Moh Rizal N. Matau*, Abubakar Sidik Katili, Marini Susanti Hamidun, Mustamim Ibrahim, Ilyas H. Husain, Chairunnisah J. Lamangantjo

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia;

Article History

Received : June 17th, 2026

Revised : July 22th, 2026

Accepted : July 31th, 2026

*Corresponding Author: **Moh**

Rizal N. Matau, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia;

Email:

Rizalnasution5679@gmail.com¹

Abstract: This study aimed to describe the condition of coral reefs in the waters of Popaya Island, Mas Popaya Raja Nature Reserve, North Gorontalo Regency, using the Coral Point Count with Excel Extensions (CPCE) method. Data collection was conducted using the Underwater Photo Transect (UPT) method through skin diving along a 50-meter transect at a depth of 3–6 meters. Coral reef conditions were documented using a 60 × 40 cm frame placed alternately on the left and right sides of the transect line at one-meter intervals, resulting in 50 photographs. Data analysis was performed using 30 random points applied to each photograph to classify live and dead substrate categories. Environmental parameters, including water temperature, pH, current velocity, and water clarity, were also measured. The results showed that the environmental conditions of the waters supported coral growth, with a temperature of 28.7°C, pH of 7.8, current velocity of 0.51 m/s, and water clarity of 90%. The percentage of live coral cover was 74.37%, which was categorized as good. The composition of live coral cover was dominated by *Acropora Branching* (78.21%), followed by *Coral Massive* (12.34%), *Acropora Tabulate* (7.10%), and *Coral Foliose* (2.33%). The diversity index ($H' = 1.41$) and dominance index ($D = 0.48$) indicated a moderate category. The mortality index value of 0.10 indicated a low level of coral mortality. It can be concluded that the coral reef ecosystem in the waters of Popaya Island is in good and stable condition.

Keywords: Coral Reefs; Coral Cover; CPCE; Diversity Index; Popaya Island.

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan ekosistem bawah laut yang tersusun atas berbagai organisme, terutama karang keras, alga, serta biota lainnya yang hidup saling berasosiasi. Ekosistem ini memiliki peranan penting dalam mendukung keseimbangan ekosistem laut, antara lain sebagai habitat bagi berbagai organisme, pelindung alami pantai dari abrasi dan erosi, serta sumber daya pangan bagi manusia. Namun demikian, terumbu karang juga termasuk ekosistem yang sangat rentan terhadap berbagai tekanan lingkungan, seperti peningkatan suhu laut, pencemaran, serta aktivitas manusia, sehingga keberadaannya memerlukan upaya perlindungan melalui kegiatan konservasi.

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki panjang garis pantai lebih dari 81.000 km, terdiri atas 17.508 pulau dengan luas perairan sekitar 3,1 juta km². Wilayah pesisir dan lautan Indonesia dikenal memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi dengan berbagai ekosistem penting seperti terumbu karang, mangrove, dan padang lamun (Dahuri, 1996). Keberadaan ekosistem tersebut menjadikan perairan Indonesia sebagai salah satu pusat biodiversitas laut dunia.

Terumbu karang merupakan ekosistem tropis yang memiliki fungsi ekologis penting, tidak hanya bagi organisme penyusunnya tetapi juga bagi ekosistem lain yang berasosiasi seperti padang lamun dan mangrove (Suharsono, 1999). Secara ekologis, terumbu karang berperan

© 2026 The Author(s). This article is open access

sebagai daerah pemijahan (spawning ground), daerah pembesaran (rearing ground), daerah pengasuhan (nursery ground), serta daerah mencari makan (feeding ground) bagi berbagai biota laut, terutama yang memiliki nilai ekonomis penting (Sukmara *et al.*, 2002). Selain itu, terumbu karang juga berfungsi sebagai pelindung pantai dari gelombang dan abrasi. Dari sisi ekonomi, ekosistem ini memiliki potensi besar dalam sektor pariwisata bahari, perikanan, serta penyediaan bahan baku industri, sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara berkelanjutan.

Meskipun memiliki nilai ekologis dan ekonomis yang tinggi, ekosistem terumbu karang saat ini berada dalam kondisi terancam, setara dengan ekosistem hutan hujan tropis dalam hal tingkat keanekaragaman hayati. Terumbu karang tersebar di wilayah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia yang sebagian besar wilayahnya berupa perairan laut. Namun demikian, berbagai laporan menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di Indonesia mengalami penurunan akibat tekanan aktivitas manusia maupun faktor alam. Aktivitas manusia seperti penggunaan bahan peledak, racun, jaring dasar, penambangan, reklamasi, pembuangan limbah, serta kegiatan pariwisata yang tidak terkendali telah memberikan dampak signifikan terhadap kerusakan ekosistem terumbu karang. Selain itu, faktor alami seperti pemanasan global, gempa bumi, dan tsunami juga turut berkontribusi terhadap degradasi ekosistem ini (Sukmara *et al.*, 2001).

Data menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di Indonesia masih mengkhawatirkan. Berdasarkan laporan LIPI (2016), dari 1.259 stasiun pengamatan, hanya 5% terumbu karang berada dalam kondisi sangat baik, 27,01% dalam kondisi baik, sedangkan sisanya berada pada kondisi rusak hingga buruk. Selanjutnya, Suharsono (2017) menyatakan bahwa kondisi terumbu karang di Indonesia terdiri atas 6,39% sangat baik, 23,40% baik, 35,06% cukup, dan 35,15% buruk, yang menunjukkan adanya penurunan kualitas ekosistem dari tahun ke tahun.

Penurunan kondisi tersebut menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di Indonesia memerlukan perhatian dan upaya pengelolaan yang serius. Kerusakan terumbu karang tidak hanya berdampak pada hilangnya keanekaragaman hayati, tetapi juga mengurangi kemampuan ekosistem pesisir dalam meredam

energi gelombang serta menyediakan habitat bagi organisme laut.

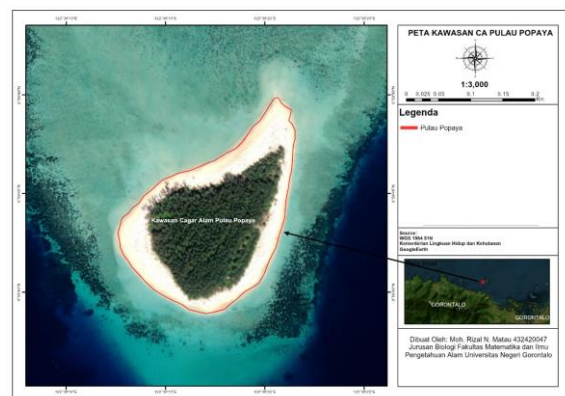
Cagar Alam Mas Popaya Raja merupakan salah satu kawasan konservasi yang telah ditetapkan sejak masa pemerintahan Hindia Belanda. Kawasan ini terdiri atas tiga pulau, yaitu Pulau Mas, Pulau Popaya, dan Pulau Raja dengan luas masing-masing 0,57 ha, 2,42 ha, dan 144,95 ha berdasarkan SK Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. SK.5795/Men-LHK-PKTL/KUH/2015. Secara administratif, kawasan ini berada di Desa Dunu (Kecamatan Monano) dan Desa Buladu (Kecamatan Sumalata), Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo.

Kawasan Cagar Alam Mas Popaya Raja merupakan kawasan konservasi yang memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang dilindungi. Namun demikian, informasi ilmiah mengenai kondisi ekosistem terumbu karang di kawasan ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi terumbu karang, khususnya untuk mengetahui persentase tutupan karang di perairan Pulau Popaya sebagai dasar dalam upaya pengelolaan dan konservasi ekosistem secara berkelanjutan.

Bahan Dan Metode

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2025 di Perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara. Pengambilan data dilakukan pada 1 stasiun pengamatan dengan kedalaman perairan berkisar antara 3–6 meter. Lokasi penelitian berada pada koordinat 0°59'38.23" N, 122°38'20.36" E.



Gambar.1 Peta Lokasi Pulau Popaya Penelitian Kawasan Cagar Alam Mas Popaya Raja

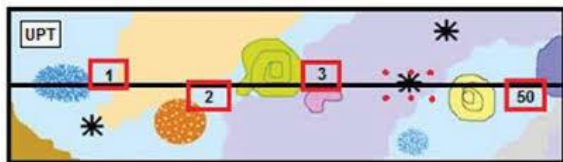
Jenis Penelitian Dan Sumber Data

Terumbu karang merupakan ekosistem laut khas wilayah tropis yang memiliki nilai keanekaragaman hayati sangat tinggi. Keberadaannya di dunia sering kali dianalogikan setara dengan hutan hujan tropis di daratan karena menjadi habitat, tempat memijah, dan sumber makanan bagi berbagai biota laut (Aditya, 2015). Guna mengetahui gambaran nyata ekosistem penting ini, dilakukan penelitian deskriptif kuantitatif menggunakan metode survei lapangan untuk mendeskripsikan kondisi terumbu karang di Perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara.

Sumber data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi lapangan, dokumentasi foto bawah air, serta pengukuran parameter lingkungan perairan. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari studi literatur seperti buku, jurnal ilmiah, laporan riset terdahulu, regulasi nasional (Kepmen LH No. 4 Tahun 2001), serta panduan internasional mengenai pengelolaan wilayah pesisir terpadu dan konservasi ekosistem kritis pesisir (Clark, 1992).

Teknik Pengumpulan Dan Analisis Data

Pengambilan data karang dilakukan menggunakan metode Underwater Photo Transect (UPT) (Giyanto, 2013). Proses pengambilan data dan dokumentasi foto dilakukan secara berselang-seling di sisi kiri dan kanan transek garis dengan jarak masing-masing 10 meter. Pada titik pertama, frame diletakkan di sisi kiri transek, sedangkan pada pengambilan foto kedua frame ditempatkan di sisi kanan transek. Selanjutnya, pengambilan data dilakukan secara bergantian, yaitu urutan ganjil pada sisi kiri dan urutan genap pada sisi kanan transek.



Gambar.1. Ilustrasi pengambilan data karang.
Sumber: Giyanto (2013)

Data yang dikumpulkan dalam metode *underwater photo transect* (UPT) berupa foto bawah air yang dianalisis menggunakan perangkat lunak CPCe (Kohler dan Gill, 2006). Proses analisis dimulai dengan menentukan banyaknya titik acak yang dipakai untuk menganalisis foto. Jumlah titik acak yang digunakan adalah sebanyak 10 buah untuk setiap *frame* nya. Perhitungan persentase tutupan karang dilakukan dengan cara jumlah karang hidup yang ditemukan di tiap acak sebanyak (x), dibagi dengan jumlah total titik acak (y), kemudian dikalikan 100%. Perhitungan persentase kehadiran spesies karang di setiap stasiun dilakukan dengan cara individu suatu spesies dibagi dengan total seluruh spesies yang ditemukan pada stasiun tersebut, kemudian dikalikan 100%.

Hasil pengolahan data berupa persentase tutupan digunakan untuk menilai kondisi terumbu karang. Kriteria penilaian terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Kriteria penilaian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Kerusakan Terumbu Karang

Tutupan Karang Hidup %	Kriteria Penilaian
75 – 100	Sangat baik
50 – 74,9	Baik
25 – 49,9	Sedang
0 – 24,9	Buruk

Perolehan persentase tutupan karang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persen tutupan karang} = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Keterangan:

x = Jumlah karang di tiap titik acak

y = Jumlah total titik acak

Hasil perhitungan persentase tutupan karang hidup dijadikan acuan dasar untuk menentukan kategori kondisi dan tingkat kerusakan terumbu karang berdasarkan standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001 (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2001).

Analisis struktur komunitas dilakukan menggunakan Indeks Keanekaragaman

Shannon-Wiener (H') untuk mengukur tingkat kestabilan dan keragaman populasi biota di lokasi penelitian. Indeks keanekaragaman jenis dihiung menggunakan indeks Shannon- wiener (Shannon, 1948) dengan persamaan 1.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i) \quad (1)$$

p_i = Proporsi jumlah individu spsies ke-I terhadap jumlah total terhadap jumlah individu/koloni (n_i/N)

n_i = jumlah individu/koloni jenis ke-i

N = jumlah total individu/ koloni seluruh jenis

S = jumlah jenis spesies yang ditemukan

$\ln$ = logaritma natural

Σ = jumlah keaeluruhan jenis

Indeks Diominansi Simpson (D) untuk mengidentifikasi ada tidaknya spsies karang tertientu yang mendominasi struktur komunitas. Indeks diominansi dihitung menggunakan persamaan 2.

$$C = \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (3)$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi

P_i = Individu suatu spesies / jumlah total seluruh spesies

n_i = Individu spesies ke-i

N = Jumlah total individu

Untuk menghitung P_i digunakan persamaan 4.

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (4)$$

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 – 1 (Odnum, 1993). Apabila nilai indeks dominansi mendekati 0, berarti hampir tidak ada individu yang mendominasi dan biasanya diikuti dengan nilai indeks keseragaman yang besar. Jika nilai indeks dominansi mendekati 1, berarti ada salah satu spesies yang mendominasi, diikuti oleh nilai indeks keseragaman yang semakin kecil.

Indeks Mortalitas Karang (IM) guna menganalisis nilai rasio kematian terumbu karang. Rumus yang digunakan menurut English *et al.*, (1994), pada persamaan 5.

$$IM = \frac{\% (DC + DCA)}{\% LC + \% (DC + DCA)} \quad (5)$$

Keterangan :

IM = Indeks Mortalitas

DC = Dead Coral

DCA = Dead Coral Algae

LC = Lifeform Coral

Melalui integrasi hasil perhitungan persentase tutupan dan ketiga indeks ekologis di atas, struktur komunitas serta tingkat kesehatan ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Popaya dapat digambarkan secara komprehensif dan akurat (Sinaga *et al.*, 2023).

Hasil Dan Pembahasan

Deskripsi Kondisi Terumbu Karang Di Perairan Pulau Popaya Cagar Alam Mas Popaya Raja Kabupaten Gorontalo Utara

Penelitian yang dilakukan di perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan masih berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Hasil pengukuran parameter lingkungan menunjukkan suhu perairan sebesar 28,7°C, pH sebesar 7,8, kecepatan arus sebesar 0,51 m/s, dan tingkat kecerahan mencapai 90%. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa lingkungan perairan masih relatif baik untuk menunjang kehidupan organisme karang (Lalang, 2021; Andaris *et al.*, 2015).

Tabel 2. Kualitas Lingkungan Di Lokasi Penelitian

Lokasi	Titik Koordinat	Suhu	pH	Arus (m/s)	Kecerahan n
Perairan Pulau Popaya	0°59'38.23" N, 122°38'20.36" E	28,7°C	7,8	0,51	90%

Analisis data tutupan terumbu karang dilakukan secara digital menggunakan perangkat lunak *Coral Point Count with Excel Extensions* (CPCe), di mana persentase tutupan masing-masing komponen *lifeform* dihitung berdasarkan total titik pengamatan yang tersebar acak pada seluruh *frame* foto transek (Kohler & Gill, 2006). Nilai persentase tersebut diperoleh dengan membagi jumlah titik yang jatuh pada kategori *lifeform* tertentu dengan total keseluruhan titik sampling di setiap stasiun, kemudian dikalikan 100 persen. Berdasarkan metode hitung tersebut,

hasil analisis menunjukkan bahwa persentase tutupan karang hidup (*Hard Coral*) di Perairan Pulau Popaya tercatat mendominasi sebesar 74,37%, diikuti oleh substrat abiotik sebesar 10,63%, dan karang mati (*Dead Coral*) sebesar 2,11%. Distribusi titik acak yang dominan jatuh pada komponen biotik ini mengindikasikan bahwa sebagian besar ruang utama di dasar perairan Pulau Popaya secara riil tertutupi oleh koloni karang yang sehat dan produktif.

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001, kriteria

baku kerusakan terumbu karang dinilai berdasarkan persentase tutupan karang hidup yang dibagi menjadi empat kategori, yaitu: Buruk (0% – 24,9%), Sedang (25% – 49,9%), Baik (50% – 74,9%), dan Sangat Baik (75% – 100%). Nilai tutupan sebesar 74,37% di Perairan Pulau Popaya secara presisi menempatkan status wilayah tersebut di ambang atas kategori "Baik" mendekati kondisi klimaks atau "Sangat Baik" (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2001).

Tabel 3. Piersentase Tutupan Substrat dan Kimpiosis Bientuk Piertumbuhan (*Lifc Fform*) Karang Hidup di Perairan Pulau Piopaya

Kategori Substrat/ Bentuk Pertumbuhan (<i>Lifc Fform</i>)	Persentase Terhadap Total Substrat Perairan (%)	Persentase terhadap Total Karang Hidup Saja (%)	Keterangan
<i>Hard Coral</i>	74,37%	100,00%	Baik
ACB	58,16%	78,21%	Dominan
CM	9,18%	12,34%	Pendukung fondasi
ACT	5,28%	7,10%	Pendukung habitat
CF	1,73%	2,33%	Pertumbuhan minor
<i>Substrat Mati & Abiotik</i>	25,63%		Kategori Rendah
DC	2,11%		Indeks Mortalitas Sangat Rendah
<i>Kimpionien Abiotik</i> (<i>Pasir & Rubble</i>)	10,63%		Komponen alami
<i>Alga & Substrat Lain</i>	12,89%		Kompetitor Terkendali
	100,00%	100,00%	Basis perhitungan

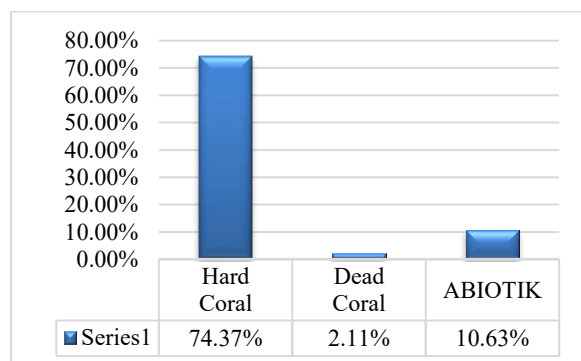
Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2, hasil analisis kuantitatif menggunakan perangkat lunak *Coral Point Count with Excel Extensions* (CPCe) mengindikasikan bahwa ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, secara umum berada dalam kondisi yang sangat baik dan stabil. Guna menghindari kontradiksi penafsiran data antara nilai parameter, perlu diperjelas bahwa penyajian hasil statistik ini menggunakan dua basis perhitungan persentase yang berbeda, yaitu basis total substrat perairan global dan basis total koloni karang keras hidup internal. Secara global, persentase total tutupan karang hidup (*Live Hard Coral*) di lokasi penelitian mencapai 74,37% dari keseluruhan luasan dasar laut yang diamati. Merujuk pada kriteria baku kerusakan terumbu karang yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001, capaian angka tutupan tersebut menempatkan perairan Pulau Popaya ke dalam kategori baik karena

berada pada rentang kondisi 50%–74,9% (Kepmen LH, 2001).

Tingginya proporsi karang keras yang hidup ini mencerminkan daya dukung faktor abiotik lingkungan perairan setempat seperti temperatur ideal sebesar 28,7°C dan tingkat kecerahan yang mencapai 90% masih berfungsi secara optimal dalam menyokong proses kalsifikasi koloni karang keras. Jika populasi karang hidup sebesar 74,37% tersebut dibedah lebih lanjut berdasarkan komposisional bentuk pertumbuhannya (*life form*) dengan menjadikan total karang hidup sebagai basis nilai 100%, maka diperoleh hasil bahwa tipe *Acropora Branching* (ACB) menonjol sebagai komponen yang sangat dominan dengan persentase sebesar 78,21%. Apabila dikonversikan kembali terhadap total luasan substrat perairan secara keseluruhan, koloni karang bercabang ini sebenarnya menyusun 58,16% dari total dasar laut. Dominansi visual yang masif dari genus *Acropora* bercabang ini mengindikasikan adanya

ruang vertikal yang bersih, sirkulasi massa air yang dinamis melalui kecepatan arus sebesar 0,51 m/s, serta penetrasi cahaya matahari yang melimpah untuk menunjang aktivitas fotosintesis zooxanthellae di jaringan endodermis karang (Veron, 2000).

Struktur ekosistem di perairan ini diperkaya oleh kehadiran tiga tipe bentuk pertumbuhan pendukung, yaitu *Coral Massive* (CM) sebesar 12,34% (atau 9,18% dari total substrat), *Acropora Tabulate* (ACT) sebesar 7,10% (atau 5,28% dari total substrat), dan *Coral Foliose* (CF) sebesar 2,33% (atau 1,73% dari total substrat). Secara ekologis, *Coral Massive* berperan vital sebagai pendukung fondasi utama terumbu karena memiliki densitas rangka kalsium karbonat (CaCO_3) yang tebal dan resisten terhadap tekanan hidrodinamis ombak (Nybakken, 1992). Sementara itu, *Acropora Tabulate* bertindak sebagai pendukung spasial, di mana bentuknya yang melebar horizontal menyerupai meja menyediakan ruang payung bernaung (*shelter*) bagi ikan-ikan karang, yang berkontribusi langsung pada kestabilan nilai indeks keanekaragaman (H') perairan sebesar 1,41 yang berada pada kategori sedang (Odum, 1993).



Gambar 2. Persentase Tutupan Terumbu Karang

Di sisi lain, total persentase kelompok substrat mati dan abiotik di area pengamatan tercatat berada pada kategori rendah yaitu sebesar 25,63%. Komponen ini terdiri atas *Dead Coral* (DC) sebesar 2,11%, komponen abiotik berupa pasir dan pecahan karang (*rubble*) alami sebesar 10,63%, serta alga penempel dan substrat minor lainnya sebesar 12,89%. Rendahnya akumulasi karang mati (2,11%) ini berjalan selaras dengan temuan nilai indeks mortalitas yang sangat kecil yaitu 0,1, yang menegaskan

bahwa tingkat kematian koloni akibat pemutihan (*bleaching*) maupun kerusakan mekanis antropogenik di lokasi tersebut berada pada ambang batas minimum (Gomez & Yap, 1988).

Hasil analisis komunitas terumbu karang di Perairan Pulau Popaya menunjukkan nilai indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,48 (Simpson, 1949) dan indeks mortalitas sebesar 0,1. Nilai indeks dominansi tersebut termasuk dalam kategori rendah hingga sedang, yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat satu jenis karang yang mendominasi komunitas secara berlebihan. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi individu antarjenis karang relatif merata sehingga struktur komunitas masih berada dalam keadaan yang cukup stabil dan mampu mempertahankan keseimbangan ekologisnya. Nilai indeks mortalitas sebesar 0,1 tergolong rendah, yang menunjukkan bahwa tingkat kematian karang di lokasi penelitian relatif kecil dibandingkan dengan jumlah karang hidup yang ada (Gomez & Alcala, 1984; Lalang, 2021).

Rendahnya nilai mortalitas mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan perairan masih mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup terumbu karang serta menunjukkan bahwa tekanan lingkungan yang berpotensi menyebabkan kerusakan karang masih relatif rendah. Secara keseluruhan, kombinasi nilai dominansi yang rendah hingga sedang dan mortalitas yang rendah menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Popaya berada dalam kondisi yang cukup stabil dan memiliki kemampuan yang baik untuk mempertahankan keberlanjutan fungsi ekologisnya (Sinaga *et al.*, 2023).

Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan di Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara, diperoleh kondisi lingkungan perairan yang masih mendukung pertumbuhan dan perkembangan ekosistem terumbu karang. Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu, pH, kecepatan arus, dan tingkat kecerahan perairan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu perairan sebesar 28,7°C, pH sebesar 7,8, kecepatan arus 0,51 m/s, serta tingkat kecerahan mencapai 90%.

Nilai suhu perairan sebesar 28,7°C tergolong optimal bagi kehidupan terumbu karang. Secara umum, terumbu karang dapat

tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25–30°C (Nybakken, 1992). Kondisi suhu yang stabil memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas fotosintesis zooxanthellae yang bersimbiotik dengan karang, sehingga berkontribusi terhadap proses pertumbuhan dan pembentukan kerangka kalsium karbonat pada karang (Odum, 1993).

Nilai pH sebesar 7,8 menunjukkan bahwa kondisi perairan masih berada dalam kategori baik dan mendukung kehidupan organisme laut. Kisaran pH tersebut masih termasuk dalam rentang toleransi ekosistem laut yang memungkinkan berlangsungnya proses fisiologis dan kalsifikasi karang secara optimal.

Kecepatan arus sebesar 0,51 m/s menunjukkan kondisi arus yang cukup baik bagi ekosistem terumbu karang. Arus laut berperan dalam mendistribusikan nutrisi dan oksigen, serta membantu mencegah penumpukan sedimen pada permukaan karang. Kondisi arus yang moderat juga mendukung pertukaran massa air yang diperlukan untuk menjaga kualitas lingkungan perairan (Odum, 1993).

Tingkat kecerahan perairan yang mencapai 90% menunjukkan bahwa penetrasi cahaya matahari ke dalam kolom perairan tergolong tinggi. Kondisi ini sangat mendukung proses fotosintesis zooxanthellae, sehingga pertumbuhan terumbu karang dapat berlangsung secara optimal. Tingginya tingkat kecerahan juga mengindikasikan bahwa perairan masih relatif jernih dengan tingkat kekeruhan yang rendah.

Hasil analisis tutupan karang menunjukkan bahwa life form yang mendominasi di lokasi penelitian adalah *Acropora Branching* (ACB) dengan persentase sebesar 78,21%, diikuti oleh *Coral Massive* (CM) sebesar 12,34%, *Acropora Tabulate* (ACT) sebesar 7,1%, dan *Coral Foliose* (CF) sebesar 2,33%. Dominasi *Acropora branching* menunjukkan bahwa kondisi lingkungan perairan masih relatif baik, karena jenis ini umumnya tumbuh pada perairan dengan intensitas cahaya tinggi, arus yang cukup, serta kondisi lingkungan yang stabil (Veron, 2000). Selain itu, bentuk percabangan pada *Acropora* juga mencerminkan kemampuan pertumbuhan yang relatif lebih cepat dibandingkan dengan tipe karang lainnya.

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang diperoleh sebesar 1,41 menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman berada pada kategori sedang. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa komunitas karang di

Pulau Popaya memiliki variasi jenis yang cukup, meskipun terdapat beberapa jenis yang lebih dominan dibandingkan dengan jenis lainnya. Keanekaragaman sedang umumnya mencerminkan ekosistem yang relatif stabil, namun masih dipengaruhi oleh dominansi spesies tertentu (Odum, 1993).

Nilai indeks dominansi Simpson (D') sebesar 0,48 menunjukkan bahwa tingkat dominansi berada pada kategori sedang. Hal ini mengindikasikan adanya dominansi oleh jenis karang tertentu, terutama *Acropora branching* yang memiliki persentase tutupan paling tinggi. Dominansi tersebut dapat dipengaruhi oleh kesesuaian kondisi lingkungan terhadap pertumbuhan karang bercabang yang memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan jenis lainnya (Nybakken, 1992).

Hasil analisis indeks mortalitas (MI) diperoleh sebesar 0,1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kematian karang tergolong rendah. Rendahnya nilai mortalitas mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan perairan masih mendukung proses pertumbuhan karang, serta tekanan lingkungan yang terjadi relatif kecil. Kondisi ini juga menunjukkan laju pertumbuhan karang masih lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kerusakan atau kematian karang di lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, kondisi ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara masih tergolong baik. Hal ini didukung oleh kondisi parameter lingkungan yang optimal, tingginya tutupan karang hidup terutama pada *Acropora branching*, nilai keanekaragaman kategori sedang, serta rendahnya tingkat mortalitas karang. Namun demikian, dominansi oleh jenis tertentu menunjukkan bahwa ekosistem masih memiliki potensi ketidakseimbangan apabila terjadi perubahan kondisi lingkungan di masa mendatang.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada bulan Januari 2025 di Perairan Pulau Popaya, Cagar Alam Mas Popaya Raja, Kabupaten Gorontalo Utara, pada 1 stasiun pengamatan dengan kedalaman perairan berkisar 3–6 meter, dapat disimpulkan bahwa parameter kualitas lingkungan perairan yang meliputi suhu sebesar 28,7°C, pH sebesar 7,8, kecepatan arus sebesar 0,51 m/s, serta tingkat kecerahan sebesar

90% masih berada dalam rentang yang mendukung pertumbuhan dan keberlangsungan ekosistem terumbu karang.

Tutupan karang hidup pada stasiun pengamatan tergolong tinggi dengan nilai persentase mencapai 74,37% dan didominasi oleh bentuk pertumbuhan *Acropora branching* (ACB). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa komunitas karang pada lokasi pengamatan masih berada dalam kondisi relatif baik dengan struktur komunitas yang didominasi oleh jenis karang yang memiliki kemampuan kompetitif dalam ekosistem terumbu karang. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 1,41 menunjukkan tingkat keanekaragaman berada pada kategori sedang, sedangkan indeks dominansi Simpson (D) sebesar 0,48 menunjukkan adanya dominansi jenis tertentu pada tingkat sedang. Nilai indeks mortalitas karang sebesar 0,1 menunjukkan tingkat kematian karang yang relatif rendah pada lokasi penelitian.

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil pengamatan pada stasiun penelitian tersebut, kondisi ekosistem terumbu karang di Perairan Pulau Popaya pada periode penelitian Januari 2025 tergolong cukup baik hingga baik. Namun, hasil ini menggambarkan kondisi pada lokasi dan waktu pengamatan tersebut, sehingga diperlukan pemantauan secara berkala untuk mengetahui perubahan kondisi ekosistem terumbu karang secara temporal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan berharga selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini selesai. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim dosen penguji serta seluruh staf pengajar di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, atas ilmu, kritik, dan saran konstruktif yang telah diberikan.

Selain itu, apresiasi dan terima kasih penulis tujukan kepada pemerintah daerah, masyarakat sekitar kawasan Cagar Alam Mas Popaya Raja, serta seluruh informan dan rekan lapangan yang telah membantu memberikan informasi penting, memfasilitasi proses observasi, wawancara, hingga pengumpulan dokumentasi di lapangan. Dukungan, kerja sama,

dan keterbukaan dari semua pihak merupakan kontribusi yang sangat berharga bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Aditya, M. (2015). Ekosistem Terumbu Karang Sebagai Hutan Hujan Tropis di Lautan. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Tropis*, 4(1), 25–34. <https://scholar.google.com/scholar?q=Muchlis+Aditya+terumbu+karang+hutan+hujan+tropis>
- Andaris, A. R., Suryanto, A., & Muskananfolo, M. R. (2015). Hubungan faktor fisik–kimia perairan terhadap tutupan terumbu karang di Pulau Karimunjawa. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 4(3), 29–36. <https://doi.org/10.14710/marj.v4i3.9294>
- Bryant, D., Burke, L., McManus, J., & Spalding, M. (1998). *Reefs at Risk: A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs*. World Resources Institute (WRI). <https://www.wri.org/research/reefs-risk>
- Buhang, F., & Hamzah, S. N. (2016). Identifikasi dan Karakteristik Sarang Penyu di Cagar Alam Mas Popaya Raja. *The NIKé Journal (Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan)*, 4(1). <https://doi.org/10.37905/nike.v4i1.4632>
- Clark, J. R. (1992). *Integrated Management of Coastal Zones*. FAO Fisheries Technical Paper. <https://www.fao.org/4/t0708e/T0708E00.htm>
- Gomez, E. D., & Yap, H. T. (1988). Monitoring reef condition. In R. A. Kenchington & B. E. T. Hudson (Eds.), *Coral Reef Management Handbook* (pp. 171-178). Jakarta: UNESCO Regional Office for Science and Technology for Southeast Asia. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000084321>
- Fendjalang, S. N., et al. (2019). Inventarisasi Jenis dan Tipe Pertumbuhan Karang di Perairan Pulau Meti Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Hibualamo: Seri Ilmu-ilmu Alam dan Kesehatan*, 3(2), 35–39. <https://journal.uniera.ac.id/ch/index.php/jna/article/view/529>

- Kohler, K. E., & Gill, S. M. (2006). Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, 32(9), 1259–1269.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2005.11.009>
- Lalang, L. (2021). Persentase Tutupan dan Indeks Mortalitas Terumbu Karang di Perairan Pulau Pasige Kabupaten Siau Tagulandang Biaro. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(2), 115–124.
<https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unsrat.5.2.2021.115-124>
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2001). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*. Jakarta: Depmen LH.
<https://jdih.menlhk.go.id/new/index.php/search/details/kpmen/362>
- Nugraha, M. A., et al. (2016). Kondisi Terumbu Karang di Tanjung Gosongseng Desa Kahyapu Pulau Enggano Provinsi Bengkulu. *Journal Enggano*, 1(1), 43–56.
<https://doi.org/10.31186/jenggano.1.1.43-56>
- Rudi, E. (2005). Kondisi terumbu karang di perairan Sabang, Nanggroe Aceh Darussalam setelah tsunami. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 10(1), 50–60.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.10.1.50-60>
- Setiawan, A. (2014). Kajian Distribusi Dan Kondisi Karakteristik Dasar Perairan Pada Ekosistem Terumbu Karang Dengan Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Kaledupa, Kabupaten Wakatobi. *AquaMarine*, 2(1), 22–32.
<https://ejournal.unidayan.ac.id/index.php/AM/article/view/223>
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.
<https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688.
<https://doi.org/10.1038/163688a0>
- Sinaga, R. R. K., Al-wira'i, R. M., Kurniawan, F., Roni, S., & Hidayati, J. R. (2023). Kondisi Kesehatan Terumbu Karang di Taman Wisata Perairan menggunakan Analisis Coral Point Count with Excel Extension (CPCe). *Jurnal Akuatiklestari*, 6(2), 85–91.
<https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v6i2.5638>
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment*. FAO Fisheries Technical Paper.
<https://www.fao.org/4/w5449e/w5449e00.htm>
- Tamam, B., Arisandi, A., & Saleh, M. (2013). Inventarisasi terumbu karang di Pulau Mamburit Kepulauan Kangean Kabupaten Sumenep. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 6(2), 120–127.
<https://doi.org/10.21107/jk.v6i2.1000>
- Wahyudin, Y. (2011). Karakteristik sumberdaya pesisir dan laut kawasan Teluk Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Bonorowo Wetlands*, 1(1), 19–32.
<https://doi.org/10.13057/bonorowo/w010103>