

Kondisi terumbu karang di Perairan Pulau Wisata Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat

Rahmi Nur^{1*}, Andi Arham Atjo¹, Muhammad Rais Abidin², Ahyani Mirah Liani³

¹Program Studi Sumber Daya Akuatik

Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat
Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, Majene, Sulawesi Barat, Indonesia. 91412

²Program Studi Geografi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90255

³Program Studi Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia. 90255

*E-mail: rahminur1987@gmail.com

Abstrak: Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Perairan Pulau Karampuang di Provinsi Sulawesi Barat dikenal sebagai kawasan wisata bahari dengan potensi ekosistem terumbu karang yang cukup luas. Namun, aktivitas wisata dan tekanan lingkungan berpotensi memengaruhi kondisi terumbu karang di wilayah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi terumbu karang yang terdapat di perairan Pulau Karampuang. Penelitian ini berlokasi di Pulau Karampuang dengan mengambil enam titik pengamatan sebagai keterwakilan kondisi terumbu karang. Metode pengamatan yang digunakan yaitu dengan metode UPT (*Underwater Photo Transect*). Pada setiap stasiun penelitian dipasang transek sepanjang 50 m sejajar garis pantai, sepanjang transek tersebut dilakukan pengambilan foto bawah air secara sistematis dengan bidang foto berukuran 1 × 1 m sehingga diperoleh sejumlah foto yang merepresentasikan kondisi terumbu karang pada satu stasiun. Parameter utama yang dianalisis adalah persentase tutupan karang hidup (*coral cover*), yang dihitung berdasarkan kategori *hard coral* (HC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang hidup (*coral cover*) di Pulau Karampuang dalam kategori “Buruk” sampai “Baik”. Terdapat dua stasiun dalam kondisi baik, tiga dalam kondisi “Sedang” dan satu stasiun dalam kondisi “Buruk”. Berdasarkan variasi kondisi terumbu karang tersebut, diperlukan pengelolaan terumbu karang yang terintegrasi serta monitoring jangka panjang, terutama pada stasiun dengan kondisi sedang hingga buruk, guna mendukung upaya konservasi dan keberlanjutan ekosistem terumbu karang di Pulau Karampuang.

Kata Kunci: kondisi karang, Pulau Karampuang, tutupan karang hidup, *underwater photo transect*, wisata bahari

Abstract: Coral reefs are one of the coastal ecosystems characterized by high biodiversity and play an important role in maintaining the balance of marine ecosystems. The waters of Karampuang Island in West Sulawesi Province are known as a marine tourism area with considerable coral reef ecosystem potential. However, tourism activities and environmental pressures have the potential to affect the condition of coral reefs in this area. This study aimed to assess the condition of coral reefs in the waters of Karampuang Island. The research was conducted at Karampuang Island by selecting six observation sites representing the condition of coral reefs. The observation method applied was the Underwater Photo Transect (UPT) method. At each research station, a 50 m transect was laid parallel to the shoreline. Along each transect, underwater photographs were systematically taken using a 1 × 1 m photo frame, resulting in a set of images representing the coral reef condition at each station. The main parameter analyzed was the percentage of live coral cover (*coral cover*), calculated based on the *hard coral* (HC) category. The results showed that the live coral cover condition in the waters of Karampuang Island ranged from “Poor” to “Good.” Two stations were classified as having “Good” conditions, three stations were categorized as “Moderate,” and one station was classified as “Poor.” Based on the variation in coral reef conditions, integrated coral reef management and long-term monitoring are required, particularly at

stations with moderate to poor conditions, to support conservation efforts and the sustainability of coral reef ecosystems in Karampuang Island waters.

Keywords: coral conditions, Karampuang Island, live coral cover, underwater photo transect, marine tourism

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang memberikan manfaat yang sangat besar bagi lingkungan perairan maupun kehidupan sosial ekonomi masyarakat pesisir. Terumbu karang berfungsi sebagai sumber daya perikanan, sumber bahan baku obat-obatan, serta memiliki potensi yang signifikan dalam pengembangan pariwisata bahari (Dahuri et al., 2001). Organisme karang memiliki kemampuan unik sebagai biokonstruktor yang mampu membentuk struktur terumbu melalui proses kalsifikasi, yaitu pengendapan kalsium karbonat (CaCO_3) yang dihasilkan dari aktivitas biologis polip karang (Barnes & Chalker, 1990). Struktur terumbu karang umumnya berkembang di sepanjang tepi daratan, khususnya pada wilayah perairan dangkal beriklim tropis dan subtropis (Romimohtarto & Juwana, 2001). Secara ekologis dan ekonomis, ekosistem terumbu karang berperan penting sebagai pelindung pantai dari energi gelombang serta sebagai habitat dan area mencari makan bagi berbagai biota laut, mulai dari organisme berukuran kecil hingga spesies predator tingkat tinggi. Selain itu, terumbu karang juga menjadi habitat bagi beragam organisme bernilai ekonomi tinggi, seperti ikan karang, teripang, kima, rumput laut, dan berbagai jenis moluska yang dimanfaatkan sebagai sumber pangan dan mata pencaharian masyarakat pesisir (Moberg & Folke, 1999; Dahuri et al., 2001). Keanekaragaman dan keunikan ekosistem ini menjadikan wilayah pesisir memiliki daya tarik tersendiri, baik dari sisi ekologi maupun pariwisata (Atjo & Fitriah, 2020).

Menurut Dahuri et al., (2001), ekosistem yang didominasi oleh gugusan terumbu karang umumnya ditemukan pada perairan dangkal, khususnya di sekitar tepian daratan utama dan wilayah kepulauan yang beriklim hangat atau tropis. Untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang optimal, terumbu karang memerlukan kondisi kualitas air yang baik, antara lain ketersediaan cahaya matahari yang cukup, suhu perairan yang relatif hangat, pergerakan ombak yang kuat, arus perairan yang dinamis, serta tingkat sedimentasi yang rendah. Kombinasi faktor-faktor lingkungan tersebut menciptakan habitat ideal bagi kehidupan dan pertumbuhan organisme pembentuk terumbu karang (Nybakken & Bertness, 2005; Rogers, 1990).

Pulau Karampuang merupakan pulau kecil yang terletak di depan Kota Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Aktivitas antropogenik yang terjadi di wilayah perkotaan berpotensi memberikan dampak terhadap ekosistem perairan di sekitarnya, termasuk ekosistem terumbu karang. Berbagai kegiatan manusia, seperti pariwisata bahari, pembuangan limbah pesisir, serta peningkatan sedimentasi akibat aktivitas daratan, telah terbukti memberikan tekanan signifikan terhadap kondisi terumbu karang. Aktivitas wisata bahari, khususnya snorkeling dan scuba diving yang tidak dikelola dengan baik, dapat menyebabkan kerusakan fisik pada karang akibat kontak langsung, injakan, serta penggunaan jangkar kapal wisata, yang pada akhirnya menurunkan tutupan karang hidup dan kompleksitas struktur terumbu (Hawkins & Roberts, 1993; Roupheal & Inglis, 2001).

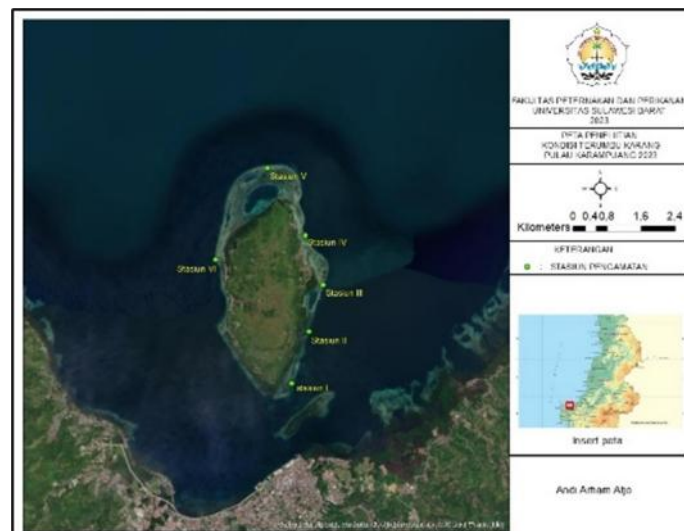
Gugusan terumbu karang yang mengelilingi Pulau Karampuang merupakan salah satu daya tarik utama wisata bahari di Sulawesi Barat karena keindahan visual serta tingginya keanekaragaman hayati yang dimilikinya. Dalam konteks pengelolaan nasional,

kondisi terumbu karang di Indonesia umumnya dievaluasi berdasarkan parameter tutupan karang hidup, komposisi bentik, dan tingkat kerusakan yang mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang, yang hingga saat ini masih menjadi rujukan utama dalam penilaian status kesehatan terumbu karang (KLH, 2001; Giyanto et al., 2017). Studi sebelumnya di Pulau Karampuang telah dilakukan oleh Arwin pada tahun 2020 yang mengkaji kondisi tutupan karang hidup dan keanekaragaman ikan karang sebagai dasar penilaian kelayakan kawasan untuk wisata selam (diving). Meskipun demikian, hingga saat ini belum tersedia kajian bioekologi yang mendalam dan menyeluruh yang menilai kondisi terumbu karang Pulau Karampuang secara komprehensif dari perspektif ekologis. Selain itu, penelitian terdahulu masih terbatas pada jumlah stasiun pengamatan dan belum secara khusus mencakup area-area yang memiliki intensitas pemanfaatan wisata bahari yang tinggi.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan sebagai riset dasar untuk memperoleh gambaran kondisi aktual terumbu karang di perairan Pulau Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat, yang diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam perencanaan pengelolaan wisata bahari serta upaya pelestarian ekosistem terumbu karang secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

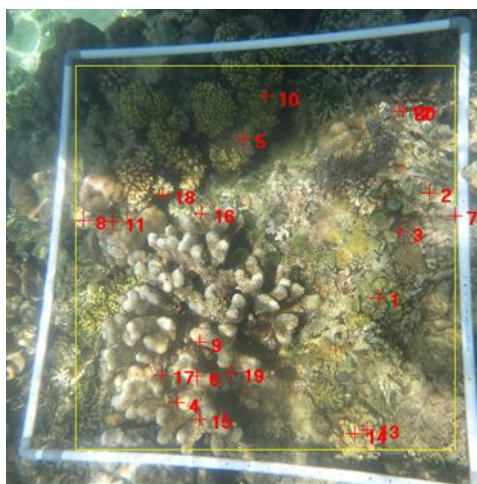
Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Wisata Karampuang, Provinsi Sulawesi Barat, pada bulan Februari tahun 2024. Lokasi penelitian secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Tahap awal penelitian dimulai dengan studi pendahuluan, yang mencakup penelusuran literatur yang relevan dengan topik penelitian, pengurusan izin penelitian, serta persiapan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengambilan data di lapangan. Selanjutnya dilakukan kegiatan observasi awal sebelum pengambilan data terumbu karang. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai kondisi lokasi penelitian. Gambaran awal tersebut mencakup kenampakan visual kawasan seperti luas pantai, hamparan terumbu karang, kemiringan pantai, serta potensi kawasan sebagai lokasi wisata pantai, selam, dan snorkeling. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan titik stasiun pengambilan data. Penentuan stasiun dilakukan pada area yang

dianggap mewakili kondisi lokasi penelitian, dengan posisi yang sejajar terhadap garis pantai. Titik koordinat setiap stasiun ditentukan menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS). Pengambilan data dilakukan menggunakan metode transek foto bawah air (*Underwater Photo Transect/UPT*) pada kedalaman $\pm 5\text{--}7$ m, mengikuti garis transek sepanjang 50 m yang dipasang sejajar garis pantai di setiap stasiun pengamatan. Sepanjang transek tersebut, foto bawah air diambil secara sistematis pada interval 0 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 35 m, 40 m, 45 m, 50 m. Dengan demikian, diperoleh sebanyak 11 foto bawah air pada setiap stasiun, yang merepresentasikan kondisi substrat bentik dan tutupan karang pada lokasi pengamatan.



Gambar 2. Ilustrasi pengambilan data kondisi terumbu karang

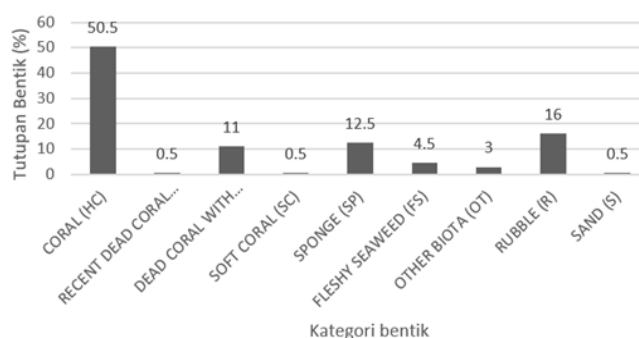
Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan aplikasi CPCe (*Coral Point Count with Excel Extension*) untuk menghitung persentase tutupan karang hidup. Melalui aplikasi ini, peneliti dapat mengetahui seberapa besar area dasar perairan yang ditutupi oleh karang hidup di setiap lokasi pengamatan. Penilaian kondisi terumbu karang mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 tentang kriteria kondisi terumbu karang, yang terbagi ke dalam empat kategori, yaitu: (1) Rusak, dengan persentase tutupan karang hidup sebesar 0–24,9%; (2) Sedang, dengan persentase tutupan 25–49,9%; (3) Baik, dengan persentase tutupan 50–74,9%; dan (4) Baik Sekali, dengan persentase tutupan 75–100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, kondisi ekosistem terumbu karang di perairan Pulau Karampuang, tampak bervariasi antar stasiun pengamatan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh komposisi tutupan bentik di masing-masing lokasi. Persentase tutupan bentik yang diperoleh memberikan gambaran mengenai keadaan habitat dasar serta tingkat kesehatan ekosistem terumbu karang di wilayah tersebut.

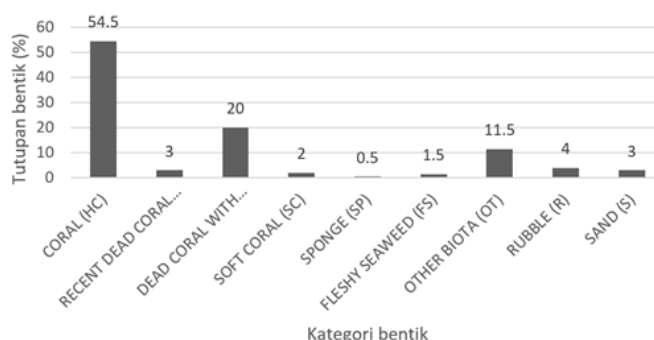
Tutupan bentik pada Stasiun I didominasi oleh karang hidup (*Hard Coral/HC*) dengan persentase sebesar 50,5%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang berada dalam kategori “baik”. Selain itu, ditemukan pula komponen bentik lain seperti pecahan karang (*Rubble/R*) sebesar 16%, karang mati (*Dead Coral/DC*) sebesar 0,5%, dan karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral with Algae/DCA*) sebesar 11%. Keberadaan karang mati dan pecahan karang diduga disebabkan oleh aktivitas manusia,

seperti penggunaan jangkar kapal serta kontak fisik wisatawan selama kegiatan snorkeling atau penyelaman. Bentuk kontak fisik yang umum terjadi antara lain tendangan sirip renang (*fin kick*), berdiri atau duduk di atas karang, menyentuh objek bawah laut, mengambil biota laut, serta menyentuh karang secara langsung (*body brush*) (Webler & Jakubowski, 2016). Menurut Rosalina dkk. (2019), lebih dari 90% penyelam dan pesnorkel berkontribusi terhadap kerusakan ekosistem terumbu karang melalui aktivitas yang bersifat destruktif terhadap struktur karang. Tutupan bentik pada stasiun I dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tutupan bentik di Stasiun I

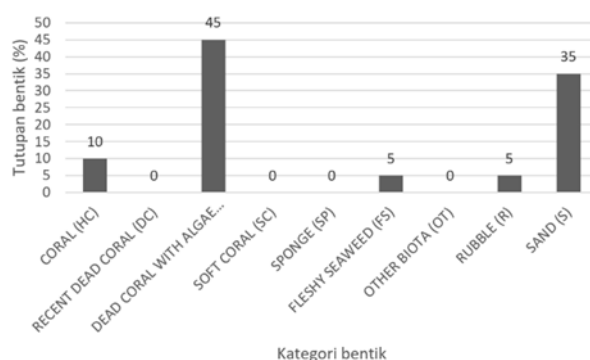
Tutupan bentik pada Stasiun II masih didominasi oleh karang hidup (*Hard Coral/HC*) dengan persentase sebesar 54,5%. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang tergolong baik. Tingginya persentase karang hidup pada stasiun ini diduga dipengaruhi oleh kondisi perairan yang relatif mendukung (Wibawa & Luthfi, 2017) serta rendahnya intensitas kunjungan wisatawan, khususnya aktivitas *snorkeling*. Namun demikian, pada stasiun ini juga ditemukan persentase karang mati yang lebih tinggi dibandingkan Stasiun I, yaitu sebesar 27%, yang terdiri atas karang mati yang ditumbuhi alga (DCA), pecahan karang (R), dan karang mati (DC). Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh penurunan kualitas perairan dan tingkat sedimentasi yang cukup tinggi di area tersebut. Tutupan bentik pada stasiun II dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tutupan bentik di Stasiun II

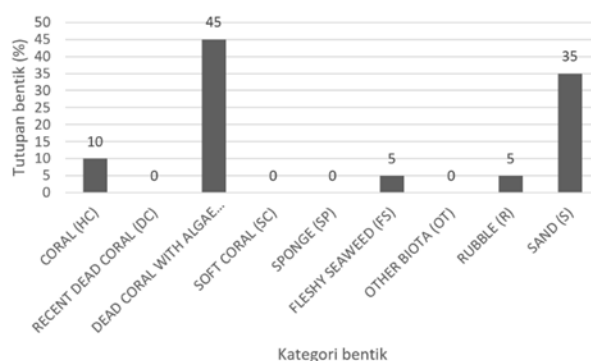
Tutupan bentik pada Stasiun III didominasi oleh karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral with Algae/DCA*) dengan persentase sebesar 45%, diikuti oleh substrat pasir (*Sand/S*) sebesar 35%. Dominasi DCA dan substrat pasir tersebut mengindikasikan kondisi terumbu karang yang telah mengalami degradasi dan kurang mendukung pertumbuhan karang hidup secara optimal. Secara umum, kondisi terumbu karang dengan

dominasi karang mati dan alga sering dikaitkan dengan adanya tekanan antropogenik, termasuk aktivitas penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan, yang telah dilaporkan berdampak negatif terhadap struktur karang dan komunitas organisme bentik di berbagai perairan Indonesia (Nirwan et al., 2017). Namun demikian, hingga saat ini belum tersedia data empiris yang secara langsung mengonfirmasi keberadaan praktik tersebut di perairan Pulau Karampuang. Selain itu, peningkatan dominasi alga umumnya berkaitan dengan melimpahnya unsur hara (nutrien) di perairan atau kondisi eutrofikasi (Yusal et al., 2025). Kondisi ini tercermin dari rendahnya tutupan karang hidup (*Hard Coral/HC*) yang hanya mencapai sekitar 10%, sehingga terumbu karang di stasiun ini dikategorikan sebagai “rusak”, dengan kompetisi antara alga dan karang yang masih berlangsung secara intensif. Tutupan bentik pada stasiun III dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tutupan bentik di Stasiun III

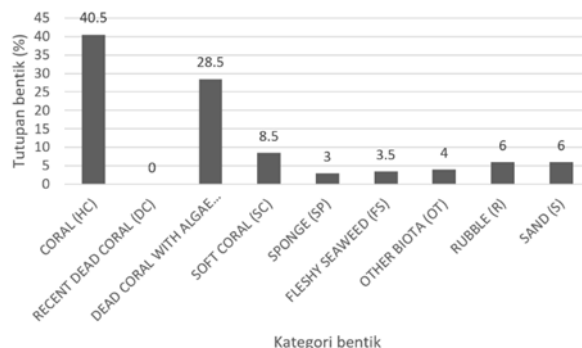
Tutupan bentik pada Stasiun IV didominasi oleh karang hidup (*Hard Coral/HC*) dengan persentase sebesar 47%. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di lokasi tersebut termasuk dalam kategori “sedang”. Selain karang hidup, masih ditemukan komponen bentik lain berupa karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral with Algae/DCA*) dan pecahan karang (*Rubble/R*). Pada stasiun ini juga terlihat keberadaan karang lunak (*Soft Coral/SC*) dengan persentase sekitar 20,5%, yang berpotensi menjadi kompetitor bagi karang keras dalam memperebutkan ruang tumbuh dan sumber daya di dasar perairan. Tutupan bentik pada stasiun IV dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tutupan bentik di Stasiun IV

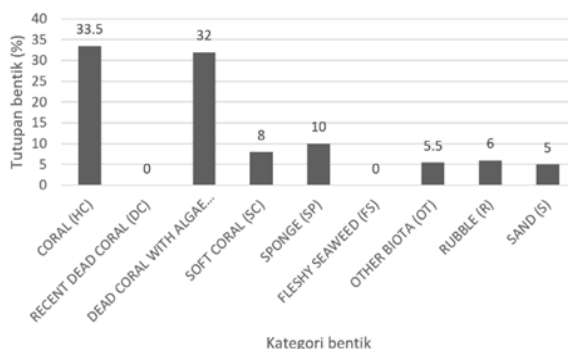
Tutupan bentik pada Stasiun V menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang berada dalam kategori “cukup” atau “sedang”. Hal ini terlihat dari persentase karang hidup (*Hard Coral/HC*) yang hanya mencapai 40,5%. Selain itu, ditemukan pula karang mati yang cukup menonjol, terutama dari kategori karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral*

with *Algae*/DCA) dengan persentase sebesar 28,5%. Tingginya nilai DCA menunjukkan adanya dominasi alga pada permukaan karang mati, yang berpotensi menjadi kompetitor bagi karang hidup dalam memperebutkan ruang dan sumber daya di ekosistem terumbu karang. Tutupan benthik pada stasiun V dapat dilihat pada Gambar 7.



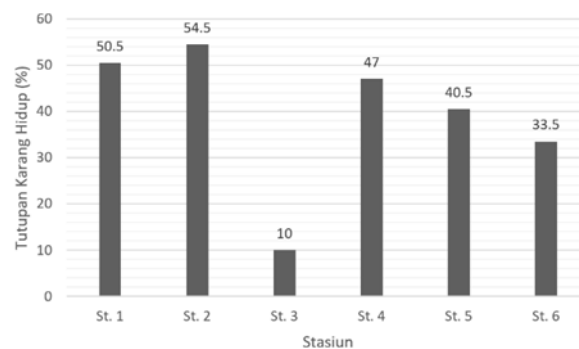
Gambar 7. Tutupan benthik di Stasiun V

Kondisi terumbu karang pada Stasiun VI tergolong dalam kategori “cukup”. Hal ini ditunjukkan oleh persentase tutupan karang hidup (*Hard Coral*/HC) yang mencapai 33,5%. Namun demikian, tutupan karang mati masih mendominasi dengan total sekitar 38%, yang terdiri atas karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral with Algae*/DCA) sebesar 32% dan pecahan karang (*Rubble*/R) sebesar 6%. Tingginya persentase karang mati pada stasiun ini diduga disebabkan oleh aktivitas penambatan jangkar kapal serta kondisi kualitas perairan yang kurang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan regenerasi terumbu karang. Tutupan benthik pada stasiun VI dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tutupan benthik di Stasiun VI

Rata-rata tutupan karang hidup pada setiap stasiun menunjukkan hasil yang bervariasi. Rata-rata karang hidup dapat dilihat pada Gambar 9. Stasiun I dan II memiliki tutupan karang hidup tertinggi dengan kondisi terumbu karang tergolong “baik”, masing-masing sebesar 50,5% dan 54,5%. Sementara itu, Stasiun IV, V, dan VI termasuk dalam kategori “sedang” dengan persentase tutupan karang hidup yang lebih rendah. Kondisi terumbu karang terendah ditemukan pada Stasiun III, dengan tutupan karang hidup hanya sebesar 10%, sehingga termasuk dalam kategori “buruk”. Rendahnya nilai tersebut diduga disebabkan oleh aktivitas wisatawan yang menginjak karang saat *snorkeling* serta pembuangan jangkar dari perahu wisata di sekitar lokasi. Selain faktor aktivitas manusia, penurunan kualitas perairan yang kurang mendukung juga menjadi salah satu penyebab utama terganggunya pertumbuhan dan regenerasi terumbu karang.



Gambar 9. Rata-rata karang hidup

KESIMPULAN

Kondisi terumbu karang di Perairan Pulau Karampuang secara umum berada dalam kisaran kategori “buruk” hingga “baik”. Dari enam stasiun pengamatan, dua stasiun menunjukkan kondisi baik, tiga stasiun berada dalam kategori sedang, dan satu stasiun tergolong buruk. Berdasarkan variasi kondisi terumbu karang tersebut, diperlukan pengelolaan terumbu karang yang terintegrasi serta monitoring jangka panjang, terutama pada stasiun dengan kondisi sedang hingga buruk, guna mendukung upaya konservasi dan keberlanjutan ekosistem terumbu karang di Pulau Karampuang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada tim peneliti terumbu karang Karampuang dan seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini didukung dan didanai melalui DIPA Universitas Sulawesi Barat Nomor 110/C3/DT.0500/PL/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, A., Tamam, B., & Fauzan, A. (2018). Profil terumbu karang Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep, Indonesia (Coral reef profile of Kangean Island, Sumenep District, Indonesia). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 76–83. <https://doi.org/10.20473/jipk.v10i2.10516>.
- Arwin, A., Fanella, M. A. P., & Jalil, M. H. (2025). Analysis of the suitability and carrying capacity of coral reef ecotourism for diving tourism on Karampuang Island, Mamuju District, West Sulawesi Province. *Nekton*, 5(1), 12–24. <https://doi.org/10.47767/nekton.v5i1.961>.
- Assuyuti, Y. M., Zikrillah, R. B., Tanzil, M. A., Banata, A., & Utami, P. (2018). Distribusi dan jenis sampah laut serta hubungannya terhadap ekosistem terumbu karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(2), 91–102. <https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.2.707>.
- Atjo, A. A., & Fitriah, R. (2020). Sebaran dan keanekaragaman ikan konsumsi pada ekosistem terumbu karang di Teluk Majene, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Airaha*, 9(2), 105–115. <https://doi.org/10.15578/ja.v9i02.178>.
- Ayyub, F. R., Rauf, A., & Asni, A. (2018). Strategi pengelolaan ekosistem terumbu karang di wilayah pesisir Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, 56–65. <https://doi.org/10.26858/jtp.v1i0.6233>.
- Barnes, D. J., & Chalker, B. E. (1990). Calcification and photosynthesis in reef-building corals and algae. *Coral Reefs*, 25, 109–131.
- Bellwood, D. R., Streit, R. P., Brandl, S. J., & Tebbett, S. B. (2019). The meaning of the term ‘function’ in ecology: A coral reef perspective. *Functional Ecology*, 33(6), 948–961. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13265>.
- Brandl, S. J., Rasher, D. B., Côté, I. M., Casey, J. M., Darling, E. S., Lefcheck, J. S., & Duffy, J. E. (2019). Coral reef ecosystem functioning: Eight core processes and the role of biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(8), 445–454. <https://doi.org/10.1002/fec.2088>.

- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., & Sitepu, M. J. (2001). *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Giyanto, Manuputty, A. E. W., Abrar, M., Siringoringo, R. M., Suharti, S. R., Wibowo, K., Edrus, I. N., Arbi, U. Y., Cappenberg, H. A. W., Sihalohe, H. F., Tuti, Y., & Anita, D. Z. (2017). *Coral reef health monitoring manual book*. COREMAP-CTI, Indonesian Institute of Science.
- KLH (Kementerian Lingkungan Hidup). (2001). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*.
- Nirwan, M. S., & Salim, D. (2017). Studi kerusakan terumbu karang di kawasan wisata bahari Pulau Liukang Loe Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan. *MCSIJ–Jurnal Kelautan*, 1(1), 12–22. <https://doi.org/10.20527/m.v1i1.3304>
- Nybakken, J. W., & Bertness, M. D. (2005). *Marine Biology: An Ecological Approach*. San Francisco: Pearson/Benjamin Cummings.
- Moberg, F., & Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics*, 29(2), 215–233. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00009-9).
- Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat. (2018). *Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Barat Nomor 1 Tahun 2019 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2018–2025*.
- Rogers, C. S. (1990). Responses of coral reefs to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series*, 62, 185–202.
- Romimohtarto, K., & Juwana, S. (2001). *Biologi laut: Ilmu pengetahuan tentang biota laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI.
- Rosalina, A. D., Yonfitner, & Imran, Z. (2019). Perilaku pesnorkel terhadap ekosistem terumbu karang (studi kasus di Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu, DKI Jakarta). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(4), 327–336. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.4.327>
- Spalding, M. D., Ravilious, C., & Green, E. P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. Cambridge: UNEP-WCMC.
- Webler, T., & Jakubowski, K. (2016). Mitigating damaging behaviors of snorkelers to coral reefs in Puerto Rico through a pre-trip media-based intervention. *Biological Conservation*, 197, 223–228. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.012>.
- Wibawa, I. G. A., & Luthfi, O. M. (2017). Kualitas air pada ekosistem terumbu karang di Selat Sempu, Sendang Biru Malang. *Jurnal Segara*, 13(1), 25–35. <http://dx.doi.org/10.15578/segara.v13i1.6420>
- Yusal, M. S., Hasyim, A., Hastuti, H., Arif, A., & Pratomo, R. H. S. (2025). Review eutrofikasi: Risiko dalam kesuburan lingkungan perairan dan upaya penanggulangannya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 24(1), 124–135. <https://doi.org/10.14710/jkli.67125>.