

Condition of Coral Reefs in the Waters of Popareng Village, Tatapaan District, South Minahasa Regency

(Kondisi Terumbu Karang di Perairan Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan)

Anggun N. Losu¹, Ari B. Rondonuwu², Alex D. Kambey², Unstain N. W. J. Rembet², Jetty K. Rangan², Indri S. Manembu²

¹Fishery Resources Management Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

²Teaching Staff of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University Jl. Unsrat Bahu Campus, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

*Corresponding author: arirondonuwu@unsrat.ac.id

Manuscript received: 11 June 2023. Revision accepted: 23 August 2023.

Abstract

This research aims to determine the components of coral reef formation and the condition of coral reefs based on the percentage of coral cover in the waters of Popareng village, Tatapaan district, South Minahasa regency. The descriptive method was used in this study. Data collection was conducted at a depth of 7 meters with 4 repetitions, using the Underwater Photo Transect (UPT) method. Field data was analyzed using the Coral Point Count with Excel Extension (CPCe) application. The results of this study reveal that the components of coral reef formation include 24 biotic categories and 3 abiotic categories, with the lowest percentage of coral cover found in the Acropora Digitate (ACD) category at 0.03%. The condition of the coral reefs is categorized as fair with a coral cover percentage of 33.92%.

Keywords: South Minahasa regency, coral reef, (CPCe) application

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen benthik penyusun terumbu karang dan kondisi terumbu karang, berdasarkan persentase tutupan karang di perairan Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan. Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini. Pengambilan data dilakukan pada kedalaman 7 meter dengan 4 ulangan, menggunakan metode *Underwater Photo Transect* (UPT). Data lapangan yang diperoleh dianalisis menggunakan aplikasi *Coral Point Count with excel extension* (CPCe). Hasil penelitian ini ditemukan komponen benthik penyusun terumbu karang meliputi 24 kategori biotik dan 3 kategori abiotik, dan persentase tutupan tertinggi ditemukan kategori yaitu Rubble (R) sebesar 21,13%, sedangkan persentase tutupan terendah berada pada kategori Acropora Digitate (ACD) sebesar 0,03%. Diperoleh hasil kondisi terumbu karang tergolong dalam kategori cukup dengan persentase tutupan karang sebesar 33,92%.

Kata kunci: Kabupaten Minahasa Selatan, terumbu karang, aplikasi (CPCe)

PENDAHULUAN

Letak Indonesia yang berada di kawasan tropis memungkinkan ekosistem laut dangkal seperti terumbu karang untuk tumbuh dan berkembang. Terumbu karang merupakan salah satu kekayaan alam yang bernilai tinggi dan juga menjadi potensi sumber daya laut yang sangat penting. Terumbu karang memiliki beberapa fungsi penting baik secara fisik, ekologi maupun ekonomi.

Terumbu karang memiliki fungsi ekologi dan fungsi ekonomi. Fungsi ekologi terumbu karang diantaranya sebagai nutrient bagi biota perairan laut, pelindung fisik (dari gelombang), tempat pemijahan, berkembang biak dan asuhan bagi biota laut, sedangkan fungsi ekonomi sebagai habitat dari ikan karang, udang, alga, teripang, kerang mutiara, sebagai objek wisata, sebagai penghasil bahan konstruksi bangunan dan pembuatan kapur, sebagai

penghasil bahan aktif untuk obat dan kosmetik serta sebagai laboratorium alam untuk penunjang pendidikan dan penelitian (Ramadhan, et al. 2017).

Taman Nasional Bunaken berada di pusat segitiga terumbu karang yang mencakup lebih dari 8000 hektar terumbu karang, dasar laut dengan berbagai rumput laut yang luas, dan hutan-hutan mangrove yang luas sehingga taman ini menjadi kawasan konservasi yang penting secara global (UNDP, 2012). Taman Nasional Bunaken dikenal dengan keindahan bawah lautnya, memiliki potensi terumbu karang, dan potensi pariwisata dengan kegiatan utama yang dapat dilakukan adalah *diving* dan *snorkeling* (Handoyo dan Johanis, 2021).

Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan merupakan bagian selatan dari Kawasan Taman Nasional Bunaken dengan beberapa destinasi yang menjadi unggulan yaitu wisata menyusuri mangrove dan wisata bahari. Perairan Desa Popareng yang merupakan bagian dari Teluk Amurang juga banyak dimanfaatkan sebagai daerah tangkap (*fishing ground*), budidaya (*mariculture*), transportasi (*transportation*), dan juga sebagai daerah wisata (*tourism*) (Kumaat, et al. 2007). Aktifitas tersebut diduga dapat mempengaruhi ekosistem terumbu karang mengingat pada saat ini aktifitas dan jumlah orang yang ingin memanfaatkan sumberdaya terumbu karang semakin hari semakin meningkat, sedangkan sumberdaya terumbu karang tetap atau cenderung berkurang. Yusuf (2013), mengatakan bahwa kerusakan terumbu karang di Indonesia lebih banyak disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia dalam pemanfaatan sumberdaya laut.

Dengan dasar pemikiran tersebut, maka dilakukan suatu penelitian mengenai kondisi terumbu karang di perairan Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan. Dalam Penelitian ini digunakan metode UPT yang memanfaatkan teknologi, dimana pengambilan data di lapangan berupa foto bawah air kemudian hasil dari foto-foto

tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan piranti lunak komputer yaitu *Coral Point Count with Excel extensions* (CPCe).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di terumbu karang Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan (Gambar 1), pada tanggal 24-25 Juni 2022. Pengambilan data dilakukan di kedalaman 7 Meter dengan 4 ulangan. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode UPT (*Underwater Photo Transect*) dengan menggunakan peralatan SCUBA dimana dilakukan pemotretan bawah air menggunakan kamera digital dalam air yang diberi pelindung (*housing*) sehingga tahan terhadap rembesan air laut dan tekanan air (Giyanto, et al. 2014).

Pengambilan data kualitas perairan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO) diambil di setiap titik pengambilan data karang menggunakan pengukur kualitas air (Horiba model U-52g multi parameter) dan untuk kecerahan perairan menggunakan secchi disk di lokasi yang sama.

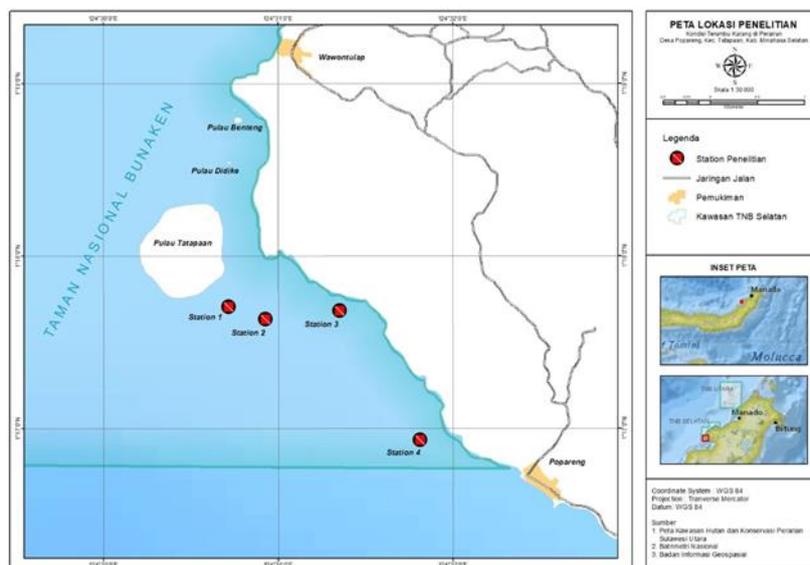
Analisis Data

Data yang diperoleh terdiri dari 50 foto untuk setiap transek dari 4 transek, sehingga jumlah foto keseluruhan transek adalah 200 foto. Untuk mendapatkan data kuantitatif berdasarkan foto dilakukan analisis data menggunakan piranti lunak *Coral Point Count with Excel Extensions* (CPCe) dengan beberapa tahapan, yaitu penentuan batasan kuadrat, *overlay* titik acak, dan identifikasi substrat pada masing-masing titik acak. Jumlah titik acak yang digunakan dalam satu kuadrat yaitu sebanyak 30 titik acak yang telah ditentukan oleh piranti lunak CPCe. Hasil analisis dalam program CPCe selanjutnya disimpan dalam format *spreadsheet excel* (Daud, et al. 2021; Kohler dan Gill, 2006). Berdasarkan proses analisis foto yang dilakukan terhadap setiap kuadrat, diperoleh nilai persentaseutupan terumbu karang dan untuk setiap komponen bentuk penyusun terumbu karang yang ditemukan.

Rumus untuk menghitung persentase tutupan adalah sebagai berikut (Giyanto, et al. 2014):

$$\text{Persentase Tutupan Kategori (\%)} = \frac{(\text{Jumlah Titik Kategori Tersebut})}{(\text{Banyaknya Titik Acak})} \times 100$$

Penentuan kondisi terumbu karang digunakan berdasarkan kriteria baku kerusakan terumbu karang menurut Yap dan Gomez (1984), seperti disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Kriteria Penentuan Kondisi Terumbu Karang

Kondisi	Persentase Tutupan Karang Hidup (%)
Baik Sekali	75-100
Baik	50-74,9
Cukup	25-49,9
Buruk	0-24,9

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Penyusun Terumbu Karang dan Persentase

Hasil yang diperoleh pada titik penyelaman I total ada 24 kategori yang ditemukan, terdiri dari 21 kategori biotik dan 3 kategori abiotik. Pada komponen biotik, terdapat 12 kategori karang, yang terdiri atas 4 acropora dan 8 non-acropora. Dari seluruh titik penyelaman, hanya titik penyelaman I yang ditemukan Coral Tubipora (CTU). Kategori abiotik yang ditemukan meliputi Sand (S), Rubble (R), dan Rock (RK).

Data menunjukkan bahwa pada titik penyelaman II total ada 25 kategori yang ditemukan, terdiri dari 22 kategori biotik dan 3 kategori abiotik. Pada komponen biotik, dari 14 kategori karang, tidak ditemukan

adanya Acropora Digitate (ACD), Coral Tubipora (CTU) dan kategori biotik lainnya yang tidak ditemukan yaitu Coraline Algae (CA). Sedangkan untuk kategori abiotik, yang tidak ditemukan di titik penyelaman II yaitu Silt (SI).

Dari seluruh titik penyelaman, titik penyelaman III merupakan yang paling banyak ditemukan komponen bentik. Data menunjukkan bahwa pada titik penyelaman III total ada 26 kategori yang ditemukan dan hanya 3 kategori yang tidak ditemukan yaitu Coral Tubipora (CTU), Coraline Algae (CA), dan Silt (SI).

Hasil yang diperoleh pada titik penyelaman IV total ada 20 kategori yang ditemukan, terdiri dari 17 kategori biotik dan 3 kategori abiotik. Hasil ini menunjukkan bahwa pada titik penyelaman IV merupakan titik penyelaman yang paling

sedikit ditemukan komponen bentik. Pada komponen biotik, hanya 9 kategori karang dan 8 kategori lainnya yang ditemukan. Sama dengan ketiga titik penyelaman lainnya, titik penyelaman IV tidak ditemukan adanya komponen Coraline Algae (CA) dan Silt (SI).

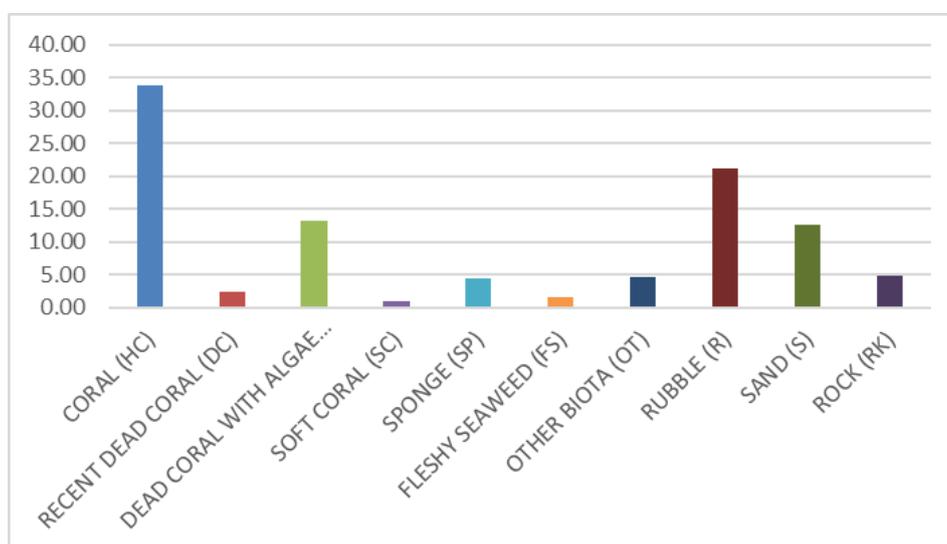
Komponen biotik yang menempati ekosistem terumbu karang terutama adalah hewan karang itu sendiri, termasuk hewan lainnya seperti moluska, *sponge*, berbagai jenis ekinodermata, berbagai jenis alga, dan karang mati yang telah ditumbuhi oleh alga sedangkan komponen abiotik yaitu pasir, pecahan karang, lumpur, dan batu (Dahuri, 2003; UNEP, 1993; English, et al. 1997).

Persentase Tutupan dan Kondisi Terumbu Karang

Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase tutupan tertinggi berada pada kategori Rubble (R) sebesar 21,13%, diikuti oleh Sand (S) sebesar 12,70%. Sedangkan persentase tutupan terendah berada pada kategori Acropora Digitate (ACD) sebesar

0,03%. Data juga menunjukkan bahwa persentase tertinggi pada bentuk pertumbuhan karang ada pada bentuk pertumbuhan Coral Foliose (CF) sebesar 10,02% diikuti bentuk pertumbuhan Coral Encrusting (CE) sebesar 4%.

Mengacu pada pengkategorian CPCe komponen *Turf Algae* (TA) termasuk dalam kategori *Dead Coral with Algae* (DCA). Komponen *Algae Assemblage* (AA) dan *Macro Algae* (MA) masuk dalam kategori *Fleshy Seaweed*, sedangkan komponen *Halimeda* (HA), *Zoanthid* (ZO) masuk dalam kategori *Other Fauna* (OT). Berdasarkan hasil analisis data, persentase tutupan karang hidup sebesar 33,92%, pecahan karang (*Rubble*) sebesar 21,13%, diikuti karang mati yang ditumbuhi alga (*Dead Coral with Algae*) sebesar 13,25% (Gambar 2). Hasil ini menunjukkan bahwa persentase tertinggi komponen penyusun terumbu karang adalah karang hidup (*Hard Corals/HC*). Walaupun demikian, persentase tutupan *Rubble* (R) dan *Dead Coral with Algae* (DCA) cukup tinggi.



Gambar 2. Persentase tutupan berdasarkan *major category*

Berdasarkan kriteria penentuan kondisi terumbu karang oleh Yap dan Gomez (1984), kondisi terumbu karang di perairan Popareng tergolong dalam kategori cukup. Penelitian Dasmasele. et al, (2019) tentang kondisi terumbu karang di Pulau Musinam menggunakan metode

UPT memiliki persentase karang hidup sebesar 32%, hal ini menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di Pulau Musinam termasuk dalam kategori cukup. Penelitian yang sama dilakukan oleh Nurrahman dan Faizal (2020) tentang kondisi terumbu karang di Pulau Panjang pada stasiun I dan

IV termasuk dalam kategori cukup dengan persentase tutupan karang hidup sebesar 43,2% dan 42,4%. Penelitian tentang kondisi terumbu karang di Taman Nasional Bunaken yang dilakukan oleh Rondonuwu. *et al.*, (2014) yang menunjukkan kondisi terumbu karang dalam kategori cukup pada beberapa lokasi yaitu, Pulau Bunaken (46,67%), Siladen (42,50%), Manado Tua (30,42%), Mantehage (26,58%), dan Poopoh (25,75%) dengan menggunakan metode Manta Tow, sedangkan yang menggunakan metode LIT ada pada lokasi Pulau Bunaken Utara di kedalaman 10 M (40,25%), Pulau Bunaken Selatan I di kedalaman 3 M dan 10 M (40,50% dan 28,30%), Pulau Bunaken Selatan II di kedalaman 3 M (42,05%), Pulau Bunaken Barat di kedalaman 3 M dan 10 M (42,60% dan 35,08%), dan Desa Poopoh di

kedalaman 3 M dan 10 M (30,92% dan 37,76%). Kerusakan terumbu karang dapat disebabkan karena adanya tekanan dari faktor alam dan tekanan aktivitas manusia Kambey & Lohoo (2017). Perubahan kondisi lingkungan yang berasal dari aktivitas manusia maupun oleh kejadian-kejadian alam dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang (Zurba, 2019). Derasnya gelombang serta banyaknya kegiatan nelayan di lokasi penelitian, hal ini dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang mengingat persentase tutupan *Rubble* (R) cukup tinggi.

Kualitas Perairan

Parameter lingkungan perairan yang diukur meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO) dan kecerahan (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Satuan	Nilai
Suhu	°C	29,91
Salinitas	‰	32,06
Oksigen Terlarut (DO)	Mg/L	7,98
Kecerahan	M	13,5
pH	-	7,97

Nybakken (1998) dalam Ompi, *et al.* (2019) mengatakan bahwa karang masih dapat mentolerir suhu tahunan maksimum 36°C-40°C dan minimum 18°C. Suhu rata-rata perairan di lokasi penelitian yaitu 29,91°C, kondisi ini masih memperlihatkan keadaan yang normal atau bersifat alami dimana karang masih dapat tumbuh dan berkembang. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan karang berkisar 28°C-30°C (KepMen LH No. 51 tahun 2004).

Nilai salinitas yang terukur di lokasi penelitian sebesar 32,06‰. Giyanto, *et al.* (2017) mengatakan kisaran salinitas yang ideal untuk pertumbuhan karang adalah berkisar antara 30-36‰. Menurut pendapat Romimohtarto dan Juwana (2009) dalam Ompi, *et al.* (2019) mengatakan bahwa salinitas yang baik bagi terumbu karang yang terdapat di laut dengan salinitas air yang tetap diatas 30‰ tetapi dibawah 35‰.

Jika mengacu pada kisaran salinitas menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004 dengan kisaran 33-44‰ nilai salinitas di lokasi tergolong rendah.

Kisaran nilai DO menurut baku mutu air laut untuk biota berdasarkan KepMen LH No.51 tahun 2004 harus >5 Mg/L. Pengukuran nilai DO pada lokasi penelitian diperoleh nilai 7,98 Mg/L, hasil ini menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut (DO) di lokasi penelitian tergolong tinggi. Tingginya nilai DO diperkirakan karena optimalnya proses fotosintesis karena suplai cahaya matahari yang cukup dan sumber nutrient dari sungai. Menurut Yusuf, *et al.* (2012) dalam Moira, *et al.* (2020) suplai oksigen yang cukup juga berasal dari sirkulasi arus dan gelombang yang terjadi dan terbentuk di perairan setempat, terutama berasal dari arus gelombang dan pasut yang tiba ke

area terumbu karang sehingga dapat menghasilkan suplai oksigen di area tersebut menjadi meningkat.

Menurut Ardiansyah dan Litasari (2013), kecerahan yang tinggi membawa dampak positif bagi Zooxanthellae karena dapat memudahkan fotosintesis dan dapat membantu pertumbuhan karang. Kecerahan yang baik menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004 yang baik harus ≥ 5 M. Pada lokasi penelitian memiliki kecerahan 13,5 M yang menunjukkan lokasi tersebut baik untuk pertumbuhan karang.

Air Laut umumnya memiliki nilai pH di atas 7 yang berarti basa, namun dalam kondisi tertentu nilainya dapat berubah menjadi lebih rendah dari 7 sehingga bersifat asam dimana sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan nilai pH (Susana, 2009). Nilai pH pengukuran di lokasi penelitian yaitu 7,97. Berdasarkan KepMen LH No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu perairan untuk biota yaitu nilai pH yang optimal bagi kehidupan organisme akuatik berkisar 7-8,5. Hasil pengukuran pH di perairan Desa Popareng menunjukkan bahwa kondisi perairan masih normal untuk pertumbuhan karang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Komponen bentik penyusun terumbu karang yang ada di perairan Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan meliputi total 24 kategori biotik dan 3 kategori abiotik. Tidak ditemukan adanya komponen Coraline Algae (CA) dan Silt (SI). Persentase tutupan tertinggi berada pada kategori Rubble (R) sebesar 21,13% sedangkan persentase tutupan terendah berada pada kategori Acropora Digitate (ACD) sebesar 0,03%. Kondisi terumbu karang di perairan Desa Popareng Kecamatan Tatapaan Kabupaten Minahasa Selatan tergolong dalam kategori cukup (33,92%).

Saran

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah ruang lingkup pengambilan data yang hanya pada satu kedalaman dan tidak

melihat karakteristik yang dapat membedakan antara lokasi satu dengan lokasi lain. Untuk kajian selanjutnya, selain monitoring, disarankan untuk melaksanakan penelitian komparatif, yaitu membandingkan kondisi terumbu karang antar kedalaman dan atau perbedaan lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing Dr. Ir. Ari B. Rondonuwu, M.Si., dan Ir. Alex D. Kambey, M.Sc., M.Si, serta rekan-rekan yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, E. F., dan Litasari, L. 2013. Kondisi Tutupan Terumbu Karang Keras dan Karang Lunak di Pulau Pramuka Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 5(2), 111-118.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dasmasele, Y. H., Pattiasina, T. F., Syafril, S., dan Tapilatu, R. F. 2019. Evaluasi Kondisi Terumbu Karang di Pulau Mansinam Menggunakan Aplikasi Metode Underwater Photo Transect (UPT). *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 11(2), 1-12.
- Daud, D., Schadu, J. N., Sinjal, C. L., Kusen, J. D., Kaligis, E. Y., dan Wantasen, A. S. 2021. Kondisi Terumbu Karang Pada Kawasan Wisata Pantai Malalayang Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara Dengan Menggunakan Metode Underwater Photo Transect. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 9(1), 44-52.
- English, S., Wilkinson, C., dan Berek, V. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Ed ke-2. Townsville: AIMS. 390p.
- Giyanto., A.E. Manuputty., M. Abrar., R.M. Siringoringo., S.R. Suharti., K. Wibowo., I.N.E U.Y. Arby., H.A.W.

- Cappenberg., H.F.S.Y. Tuti dan D. Zulfianita. 2014. Panduan Monitoring Kesehatan Karang. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. 77 hal.
- Giyanto., Abrar, M., Hadi, T. A., Budiyanto, A., Hafizt, M., Salataholy, A., dan Iswari, M. A. 2017. Status Terumbu Karang Indonesia 2017. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Handoyo, E. W., dan Johanis, C. S. 2021. Buku Informasi Wisata Alam Taman Nasional Bunaken. Manado: Balai Taman Nasional Bunaken.
- Kambey, A. D., & Lohoo, A. V. (2017). Demersal fish stock development as the sustainability of coral fish under artificial reef made of bamboo (BambooReef) in the coastal waters of Malalayang Dua, Manado. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 5(2), 254–263. <https://doi.org/10.35800/jip.5.2.2017.17485>
- Kementerian Lingkungan Hidup [KLH], 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/2004 tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. Jakarta.
- Kohler, K. E., dan 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.
- Kumaat, J. C., Kumajas, M., dan Moningkey, A. T. 2007. Studi tentang kondisi Hidro-Oseanografi dan Bathimetri Pantai Bajo–Popareng, Kabupaten Minahasa Selatan.
- Moira, V. S., Luthfi, O. M., & Isdianto, A. (2020). Analisis Hubungan Kondisi Oseanografi Kimia terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Damas, Trenggalek, Jawa Timur Analysis of Relationship between Chemical Oceanography Conditions and Coral Reef Ecosystems in Damas Waters, Trenggalek, East Java. *Journal of Marine and Coastal Science Vol*, 9(3).
- Nurrahman, Y. A., & Faizal, I. 2020. Kondisi Tutupan Terumbu Karang di Pulau Panjang Taman Nasional Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Akuatika Indonesia*, 5(1), 27-32.
- Ompi, B. N., Rembet, U. N., & Rondonuwu, A. B. (2019). Coral Reef Conditions of Hogow and Dakokayu Islands Southeast Minahasa Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 7(1), 186–192. <https://doi.org/10.35800/jip.7.1.2019.22743>
- Ramadhan, A., Lindawati, L., dan Kurniasari, N. 2017. Nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 11(2), 133-146.
- Rondonuwu, A. B., Berhimpon, S., Pangemanan, P. NL., dan Emor, D. W. 2014. Coral reef condition of Bunaken National Park (BNP) – Indonesia. Faculty of Fisheries and Marine Sciences. Sam Ratulangi University. Manado.
- Susana, T. 2009. Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 5(2), 33-39.
- UNEP. 1993. Monitoring Coral Reefs For Global Change. Regional Seas. Reference Methods For Marine Pollution Studies No. 61. Australian Institute Of Marine Science. 72pp.
- United Nations Development Programme. 2012. Bunaken Nasional Park Management Advisory Board, Indonesia. Equator Initiative Case Study Series. New York, NY.
- Yap H. T, dan E. D Gomez. 1984. Coral reef degradation and pollution in the East Asian seas region. UNEP Regional Seas Report and Studies 69: 185-208.
- Yusuf, M. 2013. Kondisi terumbu karang dan potensi ikan di perairan Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten

Jepara. Buletin
Marina, 2(2), 54-60.

Oseanografi

Zurba, N. 2019. Pengenalan Terumbu
Karang, Sebagai Pondasi Utama Laut
Kita. Lhokseumawe: Unimal Press.
116 hal.