



Approach of Transect Quadrant Methodology for Assessing Coral Coverage and Biodiversity in Ghost Bay, Amed, Bali

Wimal Zulfiady^{1*}, Ratna Wingit¹, Yusuf Nugraha Andrian¹ & Raditya Andrea Saputra²

Article Info

*Correspondence Author

- 1 PT Bio Farma (Persero)
- 2 Indonesia Biru Foundation

How to Cite:

Zulfiady, W., Wingit, R., Andrian, Y. N., & Saputra, R. A. (2024). *Approach of Transect Quadrant Methodology for Assessing Coral Coverage and Biodiversity in Ghost Bay, Amed, Bali*. *E-Proceeding Conference: Indonesia Social Responsibility Award*, 2(2), 52-64, 2024.

Article History

Submitted: 10 June 2024

Received: 11 June 2024

Accepted: 26 July 2024

Correspondence E-Mail:

wimal.zulfiady@biofarm
a.co.id

Abstract

Amed, Ghost Bay, Bali, is a coral growth area that is potentially experiencing a decline in coral quality and diversity due to high human ecotourism activities and other maritime economic factors such as beach reclamation, resort construction, and the opening of new dive centers. Due to the high level of pressure that can cause damage to coral growth areas, efforts are needed to expand the coral reef area. One such effort is coral transplantation. This study aims to determine the impact of changes in coral coverage and the increase in marine biodiversity in the waters of Amed, Ghost Bay, Bali. The coral transplantation method has been used to accelerate interventions for coral quality improvement since 2022. Visual analysis using physical object and the environment through the process of recording, measuring and interpreting photographic images, and the calculation of diversity indices. Therefore, the results of the study are expected to reveal the extent of the impact of coral reefs on biodiversity in the Ghost Bay area, Amed. The coral transplantation activities involve local stakeholders and other institutions such as PT Bio Farma (Persero), IBF, UDAYANA Nature Lovers Students, and Amed Dive Center. The method used is the transect quadrant method. Transects are laid out, and quadrants are placed at each meter. Observations are then made using a visual camera to determine substrate coverage. Meanwhile, biodiversity data for marine commodities are analyzed through a visual census of each fish and invertebrate around the coral structures.

Keywords: *Amed Ghost Bay; Coral Growth Areas; Coral Quality; Diversity; Transect Quadrant Method*



Pendekatan Metodologi Transek Kuadran Untuk Pengukuran Tutupan Karang dan Keanekaragaman di *Ghost Bay*, Amed, Bali

Wimal Zulfiady^{1*}, Ratna Wingit¹, Yusuf Nugraha Andrian¹, & Raditya Andrea Saputra²

Info Artikel

*Korespondensi Penulis

- 1 PT Bio Farma (Persero)
- 2 Indonesia Biru Foundation

Surel Korespondensi:

wimal.zulfiady@biofarma.co.id

Abstrak

Amed, Ghost Bay, Bali merupakan wilayah area tumbuh karang yang berpotensi mengalami penurunan kualitas dan keberagaman jenis karang, dikarenakan tingginya aktivitas ekowisata manusia maupun faktor ekonomi bahari lainnya seperti pertumbuhan reklamasi pantai, penginapan resort maupun adanya bukaan *dive center* baru. Oleh karena tingginya tingkat tekanan yang dapat menyebabkan kerusakan pada area pertumbuhan karang, maka diperlukan suatu upaya memperluas area terumbu karang. Salah satu upaya yang dilakukan, yaitu dengan dilakukannya trasnplantasi karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak perubahan tutupan karang dan penambahan keberagaman jenis biota laut di Perairan Amed, *Ghost Bay*, Amed. Metode transplantasi karang digunakan untuk mempercepat intervensi perbaikan kualitas karang sejak tahun 2022. Pendekatan yang dilakukan, yaitu melalui metode transek kuadran, dengan bentangan 50 – 100 meter. Ukuran kuadrannya 0.5 x 0.5 meter. Area covering sekitar 100 meter persegi. Analisis visual menggunakan pendekatan fotogrametri, yaitu dengan gambar fotografik dan perhitungan indeks keanekaragaman. Hasil dari penelitian diharapkan dapat diketahui seberapa besar pengaruh Terumbu Karang terhadap keanekaragaman hayati di wilayah *Ghost Bay*, Amed. Kegiatan transplantasi karang melibatkan lokal stakeholder dan instansi lainnya seperti PT Bio Farma (Persero), IBF, Mahasiswa Pecinta Alam UDAYANA dan Amed Dive Center. Metode yang digunakan, yaitu dengan transek kuadran. Transek dibentangkan dan kuadran diletakkan dalam setiap satu meter. Kemudian diobservasi melalui *visual camera*. Hal ini dibutuhkan untuk mengetahui tutupan substrat. Sementara, data biodiversitas komoditas laut, dianalisis melalui visual sensus setiap ikan dan invertebrata yang berada di sekitar struktur karang.

Kata Kunci: Amed Ghost Bay; Area Pertumbuhan Karang; Keanekaragaman; Kualitas Koral; Metode Transek Kuadran

Pendahuluan

Terumbu karang merupakan tempat tumbuh dan habitat untuk perikanan laut yang juga fungsi lainnya dari terumbu karang yaitu memiliki potensi sebagai bio indikator alami terhadap kualitas perairan laut di suatu wilayah. Terumbu karang dapat menjadi produsen penghasil nutrisi dan kesuburan yang dapat mempengaruhi kualitas perairan. Wilayah pantai *Ghost Bay*, Amed, merupakan wilayah pantai yang tinggi akan aktivitas kapal laut maupun aktivitas ekonomi bahari lainnya seperti tempat wisata *diving* dan pariwisata. Dikarenakan tingkat pertumbuhan alami terumbu karang sangat lambat, dan terumbu karang sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan perairan, pencemaran, dan pengaruh aktivitas reklamasi pantai maupun aktivitas manusia, maka dikembangkan suatu metode dalam rangka mempercepat pertumbuhan dan penyebaran karang melalui transplantasi karang.

Penelitian ini dilakukan bersamaan dengan memperingati hari perlindungan keanekaragaman hayati, Srikandi Bio Farma bersama dengan tim Mahasiswa Pencinta Alam Universitas Udayana, dan Amed Dive Center telah melaksanakan kegiatan konservasi terumbu karang di perairan Amed Ghost bay (Gambar 1) sejak tahun 2022. Metode konservasi terumbu karang yang digunakan merupakan metode tranplantasi karang. Metode rehabilitasi karang merupakan metode yang digunakan pada aspek konservasi karang. Metodologi ini digunakan karena metode ini termasuk sederhana dan dapat diaplikasikan untuk memperbaiki kondisi ekosistem terumbu karang yang rusak (Haris et al., 2011).



Gambar 1. *Ghost Bay* di area Amed, Karangasem, Bali dengan Gunung Agung di latar belakang.

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2024)

Rehabilitasi karang, merupakan teknik kultivasi karang (perbanyak) dengan menggunakan pendekatan reproduksi aseksual karang melalui fragmentasi (fragmen karang). Perairan Amed *Ghost Bay* merupakan perairan yang terletak di Amed, Karangasem, Bali. Karang yang direhabilitasikan pada struktur merupakan karang yang didapatkan dari CV. Coral International dan fragmen karang yang didapatkan di sekitar struktur.

Dalam keberlanjutan restorasi karang menggunakan metode tranplantasi, perlu dilakukan monitoring rutin untuk melihat pertumbuhan karang, dan pembersihan struktur beserta karang dari alga. Pengontrolan dan pengawasan terhadap *alga growth* merupakan faktor keberhasilan dalam tranplantasi karang. Selain itu, pemilihan bibit unggul atau fragmen karang juga menjadi kunci penting dalam keberhasilan tranplantasi karang (Subhan et al.,

2014). Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah mengetahui pengaruh dari keberadaan terumbu karang terhadap biodiversitas komoditas perikanan laut, juga adanya upaya mempercepat pertumbuhan dan perluasan terumbu karang di wilayah *Ghost Bay*, Amed, sehingga kegiatan konservasi dapat dilaksanakan dan menjadi sumber untuk plasma nutfah keanekaragaman hayati biota laut lainnya.

Metode Penelitian

Pendekatan penelitian mengenai pengukuran terumbu karang di *Amed Ghost Bay* dilakukan pada bulan Oktober 2023 menggunakan teknik transek kuadran. Data yang diambil merupakan data tutupan karang, biodiversitas ikan, dan biodiversitas invertebrata. Data mengenai tutupan karang, diambil dan diolah lalu dikuantifikasikan berdasarkan panduan pendekatan perhitungan (Odum,1993).

H0 = Tidak ada perbedaan kelimpahan biota pada tutupan terumbu karang

H1 = Ada perbedaan kelimpahan biota pada tutupan terumbu karang

Kaidah pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

Probabilitas

= P value \leq ($\alpha = 0,05$, maka terima H1 tolak H0)

= P value $>$ ($\alpha = 0,05$, maka terima H0 tolak H1)

Uji Tes “T”

Test “T” adalah salah satu uji statistik yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan (meyakinkan) dari 2 (dua) buah mean sampel (dua buah variabel yang dikomparatifkan).

Persentase Penutupan Karang

Persentase karang hidup (English, 1994) karang mati, pasir, dan pecahan karang, dapat dihitung dengan menggunakan:

$$N_i = l_i / L \times 100\%$$

Keterangan:

N_i : Persentase tutupan karang

l_i : Panjang tutupan karang jenis ke-i

L : Panjang total transek

Menurut Dahuri *et al* (2001), kriteria penilaian kondisi terumbu karang adalah berdasarkan persentase penutupan karang hidup dengan kategori sebagai berikut:

1. Kategori rusak : 0 – 25%
2. Kategori sedang : 25 – 50%
3. Kategori baik : 50 – 75%
4. Kategori sangat baik : 75 – 100%

Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Dominansi

Pendapat Odum (1971) dalam menentukan Indeks *Shannon-Wiener*, pada umumnya metode ini digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman (*diversity index*) dan indeks keseragaman dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Indeks Keanekaragaman:

1. H' : Indeks Keanekaragaman Jenis
2. n_i : Jumlah individu jenis ke-i

3. N : Jumlah total individu
4. S : Jumlah genus penyusun komunitas

$P_i : n_i/N$

$$H' = - \sum_{i=1}^i P_i \ln P_i$$

Tabel 1. Kisaran Stabilitas Perairan Pada Indeks Keanekaragaman

No.	Kisaran stabilitas	Keanekaragaman
1.	$0 < H' \leq 1$	Rendah (tidak stabil)
2.	$1 < H' \leq 2$	Sedang
3.	$H' > 2$	Tinggi (stabil)

Sumber: Analisis Peneliti, 2023

Indeks Keseragaman

$$e = \frac{H'}{H \max}$$

Keterangan:

e : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman

H max : Keanekaragaman spesies maksimum $\ln(S)$

Dimana :

$e < 0,4$: Tingkat keseragaman populasi kecil

$0,4 < e < 0,6$: Tingkat keseragaman populasi sedang

$e > 0,6$: Tingkat keseragaman populasi besar

Indeks Dominasi

Untuk menghitung indeks dominansi digunakan rumus Odum sebagai berikut:

$$D = \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

D : Indeks dominansi

n_i : Jumlah individu spesies ke-i

N : Jumlah total spesies

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu transek *line* yang direntangkan sepanjang 24 m dan transek kuadran 2 x 2 meter diletakkan dalam setiap 1 (satu) meter. *Global Positioning System* (GPS), kamera anti korosif, *secchi dish*, buku identifikasi, refraktometer, kertas pH, alat tulis, dan APD *Diving*.

Metode

Metode transplantasi dilakukan dengan membuat struktur *spider* yang dibuat dari beton dengan diameter 1.5 meter dan tinggi 2 meter. Diletakkan 12 struktur *spider/dome* yang diturunkan pada perairan *Amed Ghost Bay*. Struktur diturunkan pada kedalaman 6 sampai dengan 7 meter di bawah permukaan laut yang diikat dengan pemberat. Proses pengukuran kemudian dilakukan dengan mengobservasi kuadran transek, kemudian difoto untuk melihat tutupan substrat. Data biodiversitas ikan dan biodiversitas invertebrata diambil menggunakan metode visual sensus setiap ikan dan invertebrata yang berada di sekitar struktur kemudian dicatat.

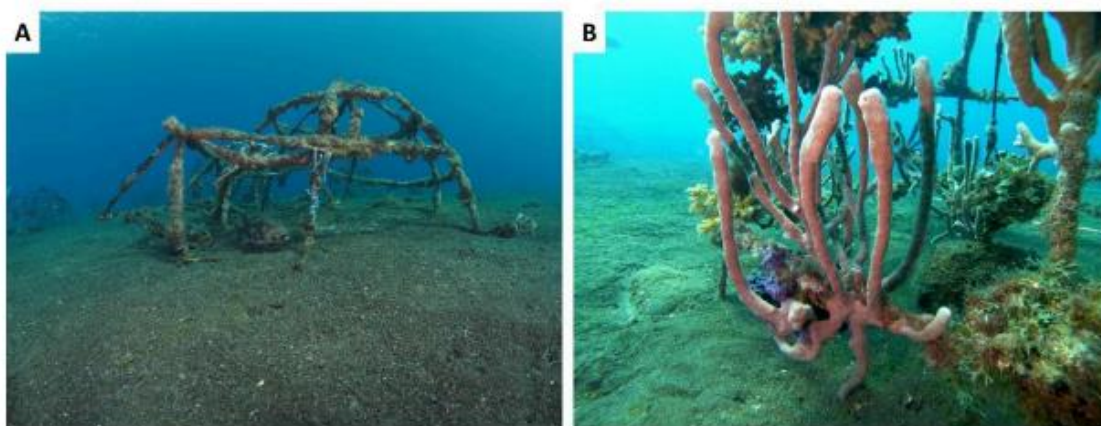
Penentuan Titik Sampling

Titik sampling ditentukan berdasarkan hasil *based line* yang dilakukan oleh Yayasan Indonesia Biru (IBF) sesuai dengan analisis dan rona awal lingkungan. Lokasi sampling berada di Perairan *Amed Ghost Bay*, Karangasem, Bali. Transplan karang ditentukan berdasarkan substrat dan slope yang memiliki jarak minimal 60 meter dari pantai. Titik sampling ini tentunya disesuaikan dengan kontur dan topografi dasar laut agar media karang tidak mudah terbalik.

Pembahasan

Hasil monitoring tutupan karang menunjukkan bahwa area tranplantasi karang tersusun dari 2% karang keras, 4% alga, 9% sponges, dan 85% pasir. Struktur yang terdapat pada area tranplantasi didominasi oleh alga, sponges, dan beberapa sampah (Gambar 2 A dan B). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pembersihan rutin yang dilakukan. Beberapa struktur juga sudah terbalik, hal ini disebabkan oleh gelombang yang keras dan jangkar kapal. Kebanyakan struktur sudah tidak ditumbuhi oleh karang, hal ini kemungkinan terjadi karena karang terlepas dari *cable ties*, namun tidak mudah untuk mengganti karang yang lepas karena sulitnya akses untuk mendapatkan patahan karang di sekitar struktur, dimana substrat sekitar struktur merupakan substrat berpasir. Gambar 3 menunjukkan model 3D dari metode fotogrametri area rehabilitasi. Terlihat dominasi pasir di area rehabilitasi.

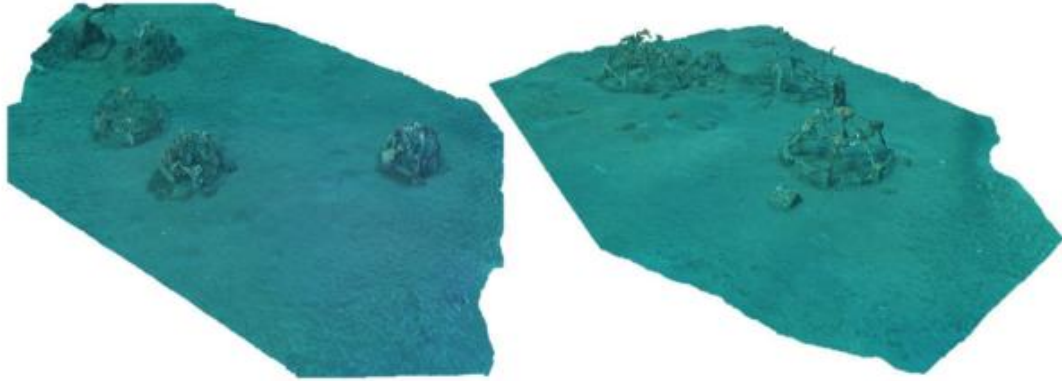
A. Kegiatan Penelitian



Gambar 3. Kondisi struktur pada lokasi rehabilitasi karang. (A) Menunjukkan struktur yang dipenuhi alga dan (B) menunjukkan pertumbuhan sponge pada struktur.

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

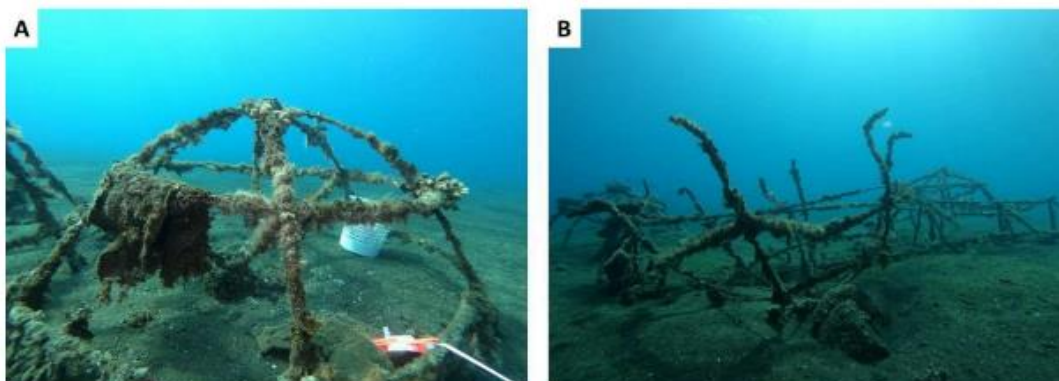
Peletakkan struktur rehabilitasi karang berada pada substrat yang berpasir tanpa adanya ekosistem terumbu karang yang berada di sekitar struktur. Hal ini menjadi salah satu faktor penting pada keberhasilan konservasi terumbu karang di perairan *Ghost bay*.



Gambar 3. Fotogrametri menunjukkan posisi struktur *spider/dome* dan kondisi di sekitar struktur rehabilitasi yang didominasi oleh pasir (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Pemilihan lokasi rehabilitasi merupakan suatu faktor penting dalam kegiatan rehabilitasi terumbu karang (Kurniawan, *et al.*, 2017). Dalam memilih suatu lokasi rehabilitasi, perlu dipertimbangkan kondisi fisik dan kimia perairan, selain itu perlu juga diperhatikan aktivitas manusia di sekitar pantai. Aktivitas yang tinggi pada suatu perairan memungkinkan terjadinya sedimentasi. Penilaian sedimentasi di ekosistem terumbu karang dapat mempercepat pertumbuhan alga atau *alga green* sehingga berdampak langsung kepada kualitas perairan (Dean dan Kleine, 2011). Alga juga merupakan komponen pengukur yang menjadi kompetitor bagi pertumbuhan karang sehingga beberapa jenis alga menjadi penyebab utama kematian dari fragmen karang (Subhan, *et al.*, 2014).

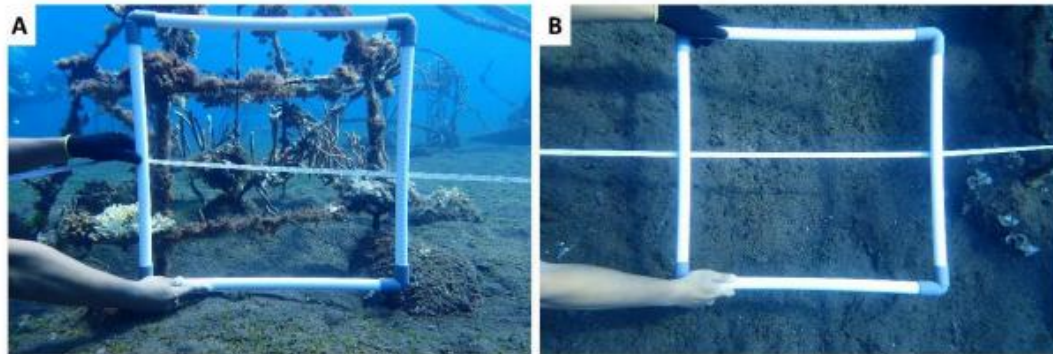
Tingginya aktivitas manusia di sekitar perairan juga menyebabkan beberapa struktur terbalik akibat jangkar kapal dan keberadaan sampah yang mengganggu pertumbuhan karang pada struktur (Gambar 4).



Gambar 4. Kondisi struktur pada area transplantasi. (A) Struktur yang dipenuhi alga dan sampah serta (B) struktur yang terbalik, kedua hal ini kemungkinan terjadi karena tingginya aktifitas manusia di sekitar area rehabilitasi. (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Substrat yang didominasi oleh pasir (Gambar 5) juga menjadi penghambat bagi keberhasilan transplantasi karang, hal ini terjadi karena larva karang tidak memiliki tempat untuk

menempel. Substrat pasir juga tidak menyediakan patahan karang yang dapat diletakkan pada struktur untuk penggantian karang yang lepas.



Gambar 5. Proses monitoring menggunakan metode transek kuadran. **(A)** pengamatan jenis karang yang berada di struktur yang berada dalam kuadran dan **(B)** dominasi substrat pasir dalam area tranplantasi. (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Penggunaan karang hias sebagai bibit untuk tranplantasi karang juga dirasa kurang tepat karena karang tersebut merupakan karang hias yang sudah beradaptasi dengan lingkungan terkontrol seperti akuarium. Ketika karang dipindahkan ke struktur maka terdapat perbedaan lingkungan yang signifikan sehingga bibit karang menjadi *shock* dan mati. Transportasi bibit karang dari lokasi pembibitan dan tranplantasi juga menjadi hal yang perlu diperhatikan, terdapat kemungkinan bahwa bibit karang sudah mengalami stres selama perjalanan sehingga tidak dapat bertahan ketika diletakkan pada area tranplantasi.

B. Hasil Pengamatan

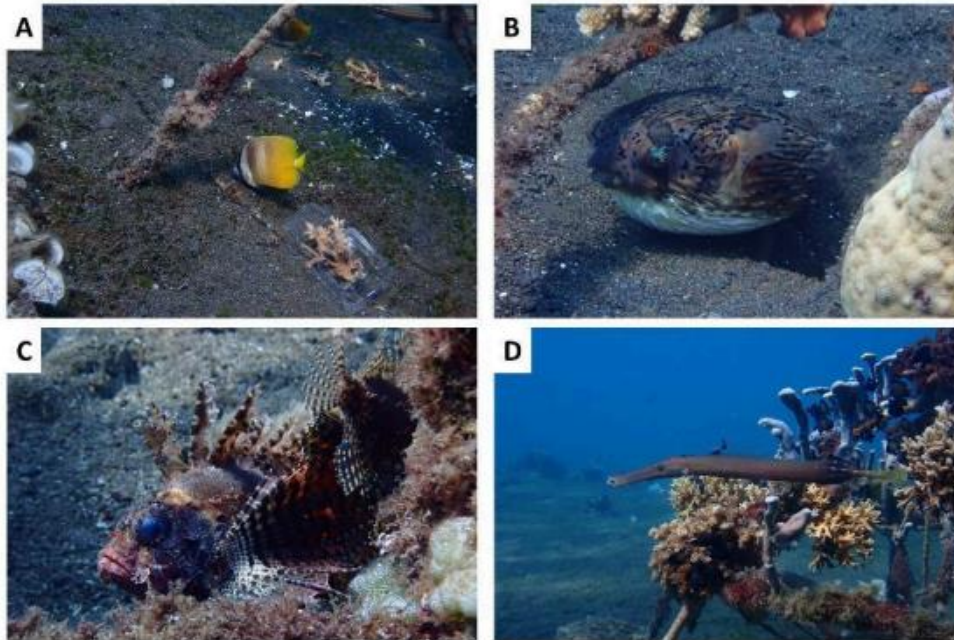
Hasil visual sensus menunjukkan terdapat 17 jenis ikan yang ditemukan di area tranplantasi. Jenis ikan yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 1 (hasil pengamatan).

Tabel 2. Jenis Ikan Pada Area Transplantasi

No	Common Name	Latin name	Remarks
1	Sunburst butterflyfish	<i>Chaetodon klenii</i>	Indicator species
2	Brown dascyllus	<i>Dascyllus reticulatus</i>	
3	Hawaiian dascyllus	<i>Dascyllus arbicella</i>	
4	Scissor tail fusilier	<i>Caesio caerulea</i>	
5	Lined pufferfish	<i>Arothron manilensis</i>	
6	Porcupinefish	<i>Diodon hystrix</i>	
7	Trumpet fish	<i>Aulostomus sp.</i>	
8	Dogface puffer	<i>Arothron nigropunctatus</i>	
9	Cleaner wrasse	<i>Labroides dimidiatus</i>	
10	Bannerfish	<i>Heniochus diphreutes</i>	
11	Filefish	<i>Monacanthidae</i>	
12	Long nose pufferfish	<i>Sphoeroides lobatus</i>	
13	Longfin batfish	<i>Platax teira</i>	
14	Dwarf lionfish	<i>Dendrochirus zebra</i>	
15	Sling jaw wrasse	<i>Epibulus insidiator</i>	
16	White spot dasyllus	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	

Sumber: Analisis Peneliti, 2023

Terdapat 17 jenis ikan (Gambar 6) dari berbagai famili dengan 2 (dua) jenis ikan sebagai ikan indikator, yaitu *sunburst butterfly fish* dan *high fin grouper*. Ikan indikator merupakan jenis ikan yang mendiami ekosistem terumbu karang dan menjadi indikator kesehatan ekosistem terumbu karang (Hourigan et al., 1988). Sedikitnya jenis ikan karang indikator yang ditemukan di lokasi tranplantasi menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di lokasi tranplantasi kurang sehat, hal ini terjadi karena sedikitnya tutupan karang yang berada di area tranplantasi dimana area tersebut didominasi oleh pasir.



Gambar 6. Beberapa jenis ikan yang ditemukan di area tranplantasi. (A) *Sunburst butterfly fish* yang merupakan salah satu ikan indikator di area tranplantasi. Berbagai jenis ikan lain yang ditemukan antara lain adalah (B) *porcupine fish*, (C) *dwarf lionfish*, dan (D) *trumpet fish*. (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Berdasarkan hasil monitoring, tidak ditemukan invertebrata indikator seperti teripang, bulu babi, atau kima di area tranplantasi. Hal ini menunjukkan bahwa area tranplantasi bukan area yang cocok untuk menjadi habitat invertebrata yang dapat membantu kesehatan ekosistem terumbu karang.

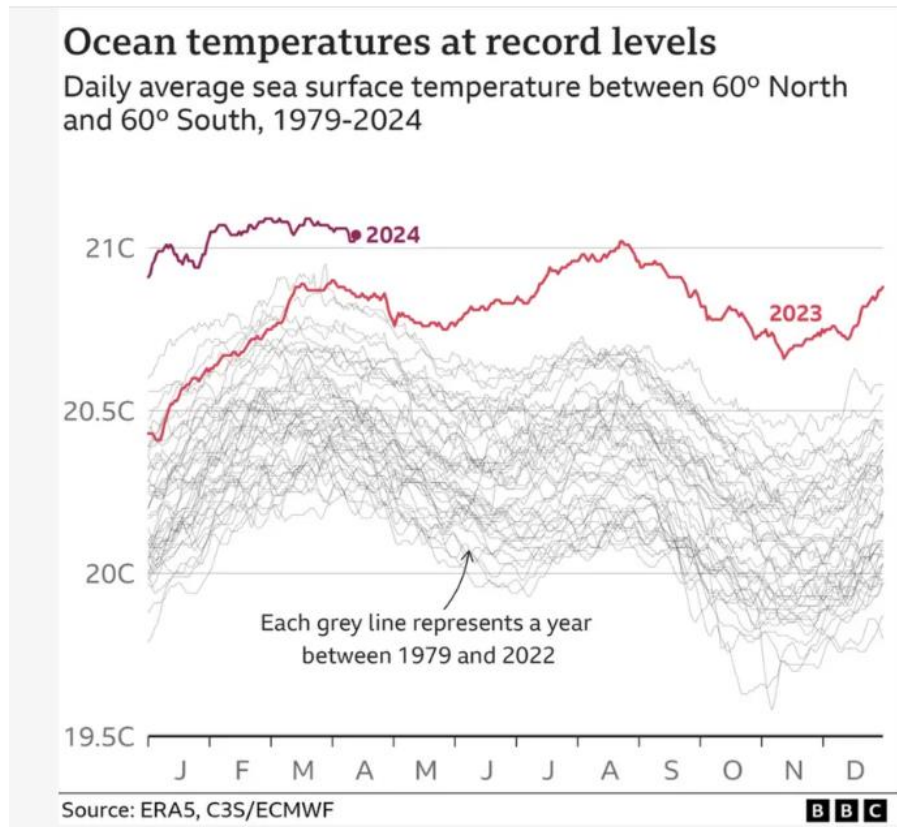
Parameter Kualitas Air

Hasil penelitian secara umum menunjukkan kualitas air secara fisika adalah sebagai berikut:

No	Parameter	Stasiun Penelitian		Pustaka
1	Suhu Air(°C)	28 - 31	20-31	(Nontji, 2005)
2.	Kedalaman (m)	5 – 10 m	Sampai Dasar	(Sukarno,1995)
3.	Salinitas(ppm/ppt)	31 -33	30 – 35	(Dahuri, 2001)
4.	pH	7.6	6.5-8.5	(Radisho,1994)
5.	Kecerahan	40 – 60 %	-	

Sumber: Analisis Peneliti, 2023

Kenaikan suhu permukaan air laut tentunya menjadi potensi terjadinya *coral bleaching* yang diakibatkan oleh *climate change* yang berdampak pada hilangnya pigmen karang dan nutrisi. Secara aspek kimia, hal ini juga akan berdampak kepada meningkatnya keasaman laut atau asiditas secara signifikan. Aspek fisiknya dengan adanya potensi *climate change*, akan menimbulkan badai yang dapat merusak terumbu karang secara fisik.



Kesimpulan

Climate change akan berdampak pada kenaikan suhu muka air laut secara global dan akan menimbulkan dampak signifikan pada kualitas terumbu karang. Dengan adanya kenaikan suhu berkisar 1 – 2° C, maka dampak yang ditimbulkan adalah sulitnya mendapatkan pertumbuhan ideal dari terumbu karang. Pada hasil pengukuran, dihasilkan perubahan kenaikan suhu muka air laut mendekati batas atas yang diperbolehkan. Hal ini berdampak kepada kualitas terumbu karang secara umum yang dapat mengarah kepada pemutihan karang. Selain itu, substrat area tranplantasi yang didominasi oleh pasir menjadikan kurangnya tempat *settlement* bagi larva karang. Substrat juga dipenuhi oleh alga sehingga besar kemungkinan alga menyaingi pertumbuhan karang yang berada di struktur. Padatnya aktivitas kapal pada area tranplantasi menjadikan struktur riskan terkena oleh jangkar yang dapat menyebabkan struktur terbalik dan karang yang berada di struktur menjadi patah.

Daftar Pustaka

- Dahuri, R. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dean, A., & Kleine, D. (2011). Terumbu karang dan perubahan iklim. Brisbane, Australia: University of Queensland.

- English, S., C. Wilkinson and V.Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville.* 368 pp.
- Haris, A., Andy Omar, S. B., & Kurniawan, D. (2011). Studi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang *Goniopora stokesii* (Blainville, 1830) menggunakan teknologi biorock. Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan “Bringing the Better Science for Better Fisheries and the Better Future”, 11-19. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Hourigan, T.F., Timothy, C. Tricas, and E.S. Resee. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. In: Soule, D. F and Kleppel, D.S (eds.). *Marine Organisms as Indicator.* Springer- Verlag, New York, 107-133. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3752-5>.
- Kurniawan D, Jompa J, Haris A. 2017. Pertumbuhan Tahunan Karang *Goniopora stokesii* di Perairan Kota Makassar Hubungannya dengan Faktor Cuaca. *Jurnal Akuatiklestari.* 1(1): 8 – 15.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara.* Djambatan. Jakarta. hlm. 126.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subhan, B., Madduppa, H., Arafat, D., & Soedharma, D. (2014). Bisakah rehabilitasi karang memperbaiki ekosistem terumbu karang? *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 1(3), 159-164.
- Sukarno, H., M, Moosa dan M.K. Darsono, P. 1981. *Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya Permasalahan dan Pengelolaannya.* LON-LIPI, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pribadi



Lampiran 2. Dokumentasi UDAYANA

