

**Prevalensi penyakit pada karang di kawasan transplantasi *coral tree nursery*,
Pulau Barrang Lompo**

***Prevalence of disease in coral cultivation using coral tree nursery in Barrang
Lompo Island***

**Fathuddin¹, Rahmat Januar Noor^{2*}, Muh. Zulkarnain¹, Muh. Imran Lapong¹, Nursyahran¹,
Rony Megawanto³, Toufik Alansar³**

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

²Program Studi Sumber Daya Akuatik, Jurusan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat

³Yayasan Keanekaragaman Hayati Indonesia

*Penulis Korespondensi: januarrahmat@gmail.com

Diterima Tanggal 19 November 2024, Disetujui Tanggal 22 Januari 2025

DOI: <https://doi.org/10.51978/japp.v25i1.916>

Abstrak

Terumbu karang merupakan ekosistem yang rentan dengan gangguan kesehatan, sehingga berbagai upaya pelestarian karang perlu dilakukan secara berkelanjutan, salah satunya menggunakan model pembibitan karang *Coral Tree Nursery* (CTN) di Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Kepulauan Sangkarrang, Kota Makassar. Monitoring terhadap karang juga perlu dilakukan secara berkala agar dapat diketahui kondisi karang baik penyakit atau gangguan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gangguan kesehatan dan jenis penyakit yang terdapat pada fragmen karang di kawasan transplantasi karang *Coral Tree Nursery*. Metode penelitian menggunakan eksperimen lapangan dengan menempatkan tiga modul *coral tree nursery* yang terdiri dari fragmen karang. Pengamatan dilakukan dengan kamera makro bawah air selama satu bulan, dan disertai pengukuran parameter fisik perairan. Hasil pengamatan kemudian dianalisis secara deskriptif. Data parameter fisik perairan menunjukkan kondisi yang sesuai untuk biota karang, meliputi pH 8,01, suhu 30°C, salinitas 27,67 ppt, kecepatan arus 0,07 m/s, kecerahan 100%, dan kedalaman 7 m. Spesies karang yang diamati meliputi *Acropora cervicornis*, *Montipora digitata*, *Pocillopora damicornis*, *Porites compressa*, dan *Echinopora horrida*. Gangguan kesehatan pada karang terdiri dari gangguan oleh alga, sponge, teritip, bekas gigitan ikan, *bleaching*, kerang, dan cacing kipas (Sabellidae). Jenis penyakit yang ditemukan adalah *White Band Disease* (WBD) pada karang jenis *Acropora cervicornis* dengan frekuensi enam koloni. Adanya gangguan kesehatan dan penyakit pada fragmen karang yang dibudidayakan perlu mendapatkan perhatian khusus karena dapat berdampak pada tingkat kelulusan hidup dan pertumbuhan karang dalam jangka panjang.

Kata Kunci: kondisi karang, prevalensi, transplantasi karang, white band disease

Abstract

*Coral reefs are ecosystems that are vulnerable to health problems, so various coral conservation efforts need to be carried out sustainably, one of which is using the Coral Tree Nursery (CTN) on Barrang Lompo Island, Sangkarrang Islands District, Makassar City. Monitoring of corals also needs to be done periodically so that the condition of the coral can be known, both disease and health problems. This study aims to determine health problems and disease types found in coral fragments in the Coral Tree Nursery. The research method uses field experiments by placing three coral tree nursery modules consisting of coral fragments. Observations were carried out with an underwater macro camera for one month, and accompanied by measurements of physical parameters of the water. The results of the observations were then analyzed descriptively. Data on physical parameters of the waters showed conditions suitable for coral biota, including pH 8.01, temperature 30°C, salinity 27.67 ppt, current flow 0.07 m/s, brightness 100%, and depth 7 m. Coral species observed included *Acropora cervicornis*, *Montipora digitata*, *Pocillopora damicornis*, *Porites compressa*, and *Echinopora horrida*. Health disorders in corals consisted of disorders by algae, sponges, barnacles, fish bites, bleaching, shellfish, and fan worms (Sabellidae). The type of*

disease found was White Band Disease (WBD) in Acropora cervicornis coral with a frequency of six colonies. The presence of health disorders and diseases in cultivated coral fragments requires special attention because it can affect the survival rate and long-term growth of corals.

Keywords: coral reef, prevalences, coral transplantation, white band disease

PENDAHULUAN

Kondisi terumbu karang Indonesia kini telah rusak parah oleh penyebab antropogenik, termasuk stresor lokal seperti polusi, eutrofikasi, penangkapan ikan berlebihan dan praktik penangkapan ikan yang merusak, serta pemutihan massal terhadap perubahan iklim. Hampir seperempat dari 270 juta penduduk Indonesia tinggal di pesisir dalam jarak 30 km dari terumbu karang, yang merupakan populasi manusia terbesar yang terkait dengan terumbu karang (White, *et al.*, 2021). Konsentrasi penduduk yang tinggi di dekat pantai maka lebih dari 95% terumbu karang Indonesia dianggap terancam, terutama karena penangkapan ikan yang berlebihan dan penangkapan ikan yang merusak (Razak *et al.*, 2024)

Terumbu karang adalah hewan bentik yang hidup di dasar laut. Hewan ini menghabiskan sebagian besar hidupnya dalam koloni yang tersusun dari kalsium karbonat (CaCO₃) hasil sekresi Zooxanthellae. Terumbu karang merupakan habitat berbagai biota laut untuk tumbuh dan berkembang secara seimbang. Ciri-ciri terumbu karang yang menonjol adalah keanekaragamannya yang tinggi dan beragam, jumlah jenis dan bentuk morfologinya. Salah satu ciri ekosistem terumbu karang adalah rentannya ekosistem terhadap pengaruh luar seperti faktor antropogenik, faktor alam, atau penyakit karang itu sendiri dapat menurunkan persentase tutupan karang hidup di suatu perairan (Kench & Owen, 2015) .

Kepulauan Spermonde adalah salah satu daerah terumbu karang yang tersebar luas dimana salah satu gugusan pulau di

Kepulauan Spermonde ialah Pulau Barrang Lompo yang berada di middle zone atau area tengah dari Kepulauan Spermonde. Pulau Barrang Lompo memiliki jumlah penduduk sebanyak 4.964 jiwa dengan luas wilayah 0,49 km² (Badan Pusat Statistik, 2021). Corak ekonomi nelayan merupakan faktor dominan dimana sebagian besar diantaranya merupakan nelayan tradisional dengan alat pancing dan jaring sederhana dan terdapat pula yang bekerja sebagai penangkap teripang. Tidak semua nelayan tersebut memiliki kapal, kebanyakan mereka menyewa dengan perjanjian tertentu atau bekerja sebagai anak buah kapal (Rasul *et al.*, 2023). Banyaknya masyarakat yang bekerja sebagai nelayan ditopang oleh keberadaan ekosistem terumbu karang yang mengelilingi Pulau Barrang Lompo.

Luasan terumbu karang pulau Barrang Lompo sekitar mengalami peningkatan dalam kurun waktu 2016 – 2022 yaitu dari 34,71 Ha menjadi 36,99 Ha di tahun 2022 (Akmal & Handiani, 2023). Kondisi terumbu karang di pulau Barranglompo tergolong sedang dengan rata-rata persentase penutupan karang sebesar 42 % pada kedalaman 3 meter dan 27 % pada kedalaman 10 meter (Ilham *et al.*, 2017). Namun semakin padatnya jumlah penduduk di Pulau Barrang Lompo menyebabkan tekanan lingkungan terhadap karang semakin tinggi. Salah satu bentuk respon karang atas tingginya tekanan lingkungan yaitu hadirnya penyakit yang berujung pada kematian karang (Riska *et al.*, 2019).

Penyakit karang dapat dipicu secara alami maupun antropogenik. Faktor alami disebabkan oleh badai topan, gempa bumi, tsunami, peristiwa pemutihan karang akibat

suhu permukaan air yang di atas normal, dan melimpahnya bintang laut berduri. Faktor antropogenik yaitu penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan (bom ikan, racun) sehingga merusak karang.

Penyakit karang adalah gangguan terhadap kesehatan karang yang menyebabkan gangguan secara fisiologis bagi biota karang. Munculnya penyakit karang dicirikan dengan adanya perubahan warna, kerusakan dari skeleton biota karang, sampai dengan kehilangan jaringan. Munculnya penyakit tersebut merupakan hasil interaksi antara karang sebagai host atau inang dengan agen/pembawa yaitu bakteri patogen, dan lingkungan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penurunan kualitas lingkungan perairan sangat berperan terhadap munculnya agen atau mikroorganisme pembawa patogen terhadap karang (Rahman *et al.*, 2021). Kejadian sedimentasi, keberadaan limbah domestik, limbah cair pemukiman, dan limbah aktivitas kapal dapat masuk ke ekosistem terumbu karang sehingga memicu munculnya patogen penyebab penyakit karang (Riska *et al.*, 2019; Nursalim *et al.*, 2022; Handayani *et al.*, 2017).

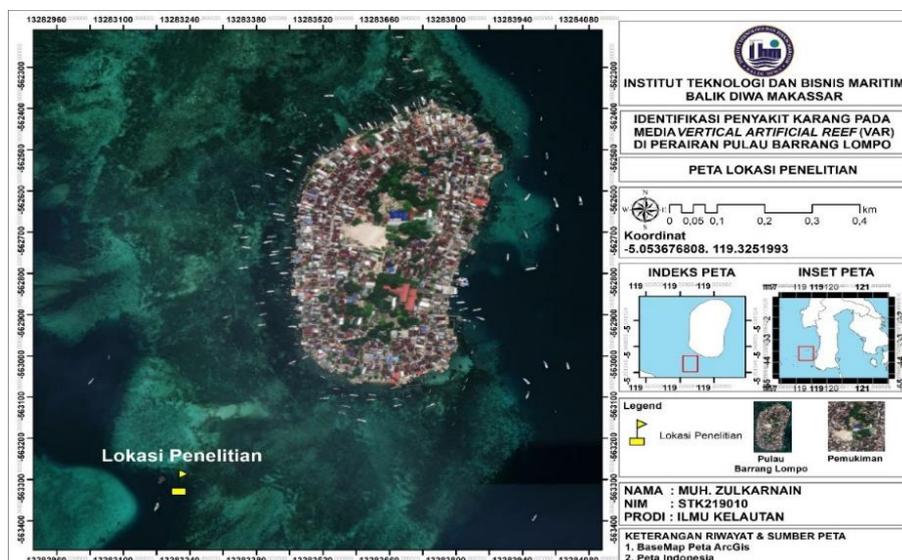
Upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang dengan melakukan kegiatan

transplantasi dengan menggunakan berbagai model dan media telah dilakukan, salah satunya ialah melalui media pembibitan karang model coral tree nursery. Pembibitan karang perlu dilakukan untuk mendukung kegiatan transplantasi karang dan menjaga eksistensi karang alami (Fathuddin *et al.*, 2022). Pembibitan karang model coral tree nursery memanfaatkan kolom air sebagai sumber nutrisi sehingga cukup rentan dengan perubahan oseanografi yang dapat memicu kehadiran bakteri patogen. Hadirnya penyakit karang di media pembibitan karang dapat menghambat proses pemulihan karang sehingga tidak bertumbuh optimal. Oleh karena itu penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis prevalensi penyakit pada fragmen karang yang ditransplantasikan dengan model *coral tree nursery*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan selama satu bulan pada interval bulan Juni hingga Juli 2023. Penempatan dan pengamatan transplantasi karang pada modul pembibitan karang *coral tree nursery* dilakukan di Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Kepulauan Sangkarrang, Kota Makassar (Gambar 1).

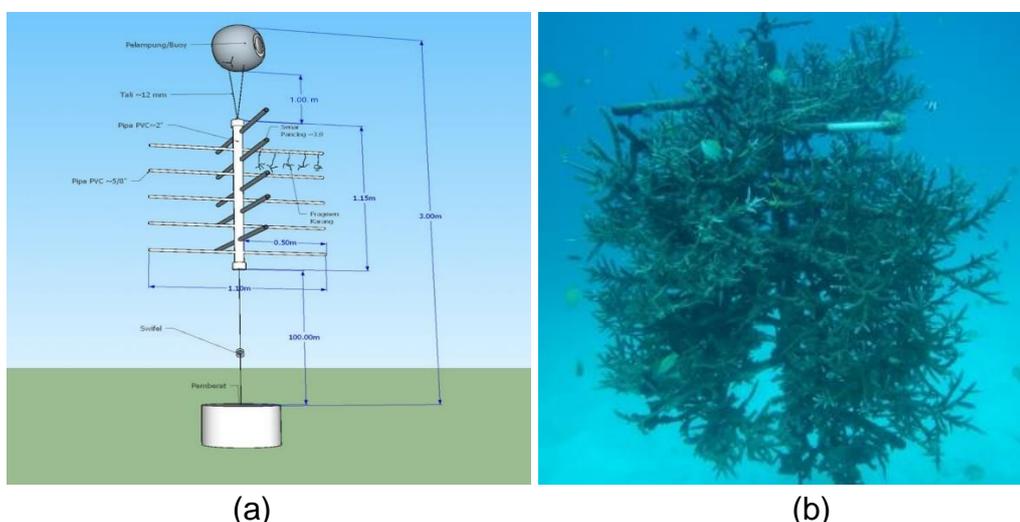


Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Prosedur Penelitian

Penelitian eksperimen lapangan dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis Adapun tahapan penelitian yaitu : (1) Penentuan stasiun penempatan modul *coral tree nursery* berdasarkan kesesuaian parameter oseanografi dan baku mutu untuk biota laut (Tabel 1), (2) Penurunan modul coral tree nursery dan pemasangan fragmen karang, (3) Pengamatan penyakit karang, dan (4) analisis data.

Modul *coral tree nursery* merupakan modul pembibitan karang terbuat dari bahan utama yaitu pipa yang dikonstruksi menyerupai pohon (*tree*) dan dilengkapi dengan jangkar dan pengapung (Gambar 2). Alat penelitian yang digunakan yaitu pipa ukuran $\frac{3}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ inch, pelampung, alat selam, GPS, *microlens underwater camera*, *current meter*, pH meter, *handrefractometer*, dan sabak sedangkan bahan penelitian yaitu fragmen karang dan aquades.



Gambar 2. Desain modul *coral tree nursery* (a) dan modul *coral tree nursery* yang dipenuhi fragmen karang (b)

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data hama dan penyakit karang dilakukan dengan teknik survei dan dokumentasi menggunakan *microlens underwater camera*. Penggunaan *microlens underwater camera* diperlukan agar dapat melakukan proses identifikasi penyakit karang secara detail berdasarkan tampilan mikro fragmen karang yang didokumentasikan. Survei dan dokumentasi dilakukan selama satu bulan pada modul *coral tree nursery*. Identifikasi hama dan penyakit diamati pada setiap fragmen karang (sensus) sehingga data yang dikumpulkan dan dianalisis dapat merepresentasikan keseluruhan populasi fragmen karang yang dibibit menggunakan modul *coral tree nursery*. Proses identifikasi genus dan gangguan kesehatan (hama) dan

penyakit menggunakan panduan *Disease In tropical Coral Reef Ecosystems: Key Messages on Coral Disease* (ICRI/UNEP-WCMC, 2010).

Analisis Data

Analisis data penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yaitu data angka-angka yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan disajikan secara deskriptif. Untuk penentuan stasiun penempatan maka data parameter oseanografi yang dikumpulkan kemudian dikomparasikan dengan baku mutu air untuk biota laut (Tabel 2).

Tabel 2. Baku mutu air untuk biota laut

Parameter	Baku Mutu	Sumber
pH	7-8,5	PP 21/2022
suhu	28-30°C	PP 21/2022
salinitas	23-35 ppt	PP 21/2022
arus	0,02 m/s	-
kecerahan	>5 m	PP 21/2022
kedalaman	<20 m	PP 21/2022

Data prevalensi penyakit pada fragmen karang dianalisis secara deskriptif dengan menyajikan grafik frekuensi kemunculan hama dan penyakit pada karang. Data prevalensi juga disajikan dalam bentuk persentase dengan membandingkan jumlah koloni terserang penyakit dengan total koloni.

$$P = \frac{P_i}{P_o} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Prevalensi (%)

P_i : Jumlah koloni terserang penyakit

P_o : Total koloni

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian ini dilakukan di Pulau Barrang Lompo. Pulau Barrang Lompo merupakan salah satu pulau yang terletak di Wilayah Kepulauan Spermonde, yang memiliki ekosistem terumbu karang dan terdapat media transplantasi model vertikal yaitu coral tree nursery (CTN). Tahap observasi dilaksanakan pada tanggal 9 Juni 2023 selanjutnya tahap pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 25 Juni – 23 Juli 2023 dan pengambilan sampel dilakukan ditiga titik sampel yang berbeda, yaitu titik CTN 1, CTN 2, dan CTN 3.

Berdasarkan hasil pengamatan parameter fisik perairan (pH, suhu, salinitas, arus, kecerahan, kedalaman) maka lokasi

penelitian dapat dinyatakan sesuai atau dapat mendukung pertumbuhan karang (Tabel 3). Kecepatan arus ditemui 0,07 m/s lebih tinggi daripada kriteria (0,02 m/s) atau kecepatan arus di lokasi penelitian termasuk kategori sedang. Keberadaan arus berkaitan dengan proses pengadukan sedimen sehingga dapat memengaruhi pertumbuhan fragmen karang bergantung pada jenis dan kandungan sedimen (Noor *et al.*, 2024).

Nilai pH diperoleh berada pada angka 8,01 sesuai untuk kehidupan biota karang yang umumnya dapat hidup pada kisaran 7,0-8,5. Kondisi perairan yang terlalu asam maupun sangat basa dapat mengganggu proses metabolisme biota yang berasosiasi dengan karang (Tanvet *et al.*, 2023).

Kondisi suhu hasil pengamatan berada pada batas ideal suhu untuk biota karang yaitu 30°C. Suhu erat kaitannya dengan sebaran karang yaitu pada kondisi suhu terlalu rendah (dingin) maka karang akan sulit tumbuh dan pada suhu perairan yang tinggi (panas) maka dapat menyebabkan kematian karang secara massif (Roth *et al.*, 2012). Hal tersebut yang menyebabkan permasalahan kenaikan suhu permukaan laut dapat mengancam eksistensi karang.

Salinitas rata-rata di perairan Pulau Barrang Caddi berada di angka 27,67 ppt termasuk kategori ideal untuk mendukung pertumbuhan biota karang maupun ikan demersal yang berasosiasi dengan karang. Perubahan salinitas secara ekstrim dan mendadak dapat menyebabkan tekanan osmotik pada biota karang maupun akuatik sehingga kemampuan biota melakukan osmoregulasi akan menentukan daya adaptasinya (Podbielski *et al.*, 2022).

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter oseanografi dan kesesuaiannya

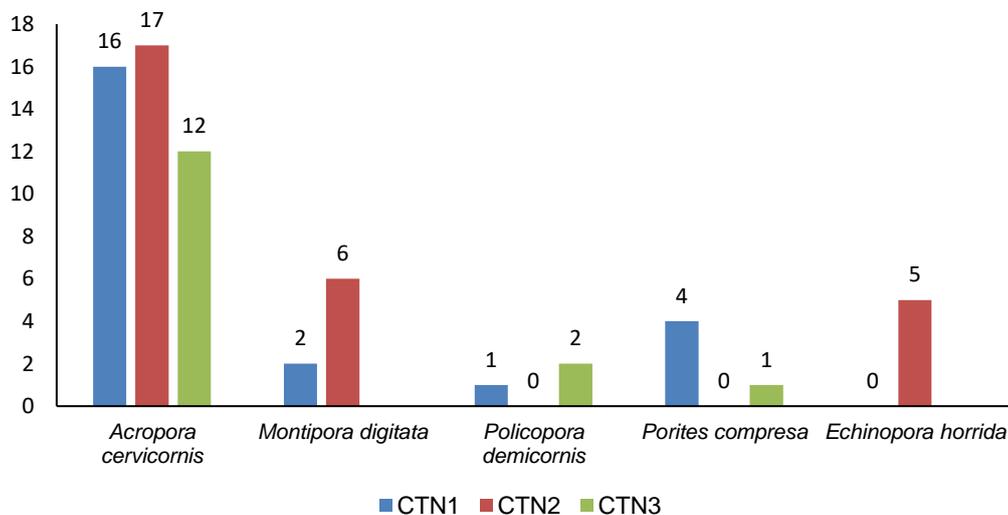
Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu	Sumber
Arus	m/s	0,07	0,02	-
pH	-	8,01	7-8,5	PP 21/2022
Suhu	°C	30	28-30	PP 21/2022
Salinitas	ppt	27,67	23-35	PP 21/2022
Kecerahan	M	10	>5	PP 21/2022
Kedalaman	M	12	<20	PP 21/2022

Kedalaman di lokasi transplantasi karang mencapai 12 m dengan kecerahan 10 m. Kedua parameter fisik tersebut sesuai untuk mendukung pertumbuhan biota karang. Intensitas cahaya matahari yang dapat menembus dasar perairan merupakan faktor pendukung utama bagi Zooxantella melakukan fotosintesis dan bersimbiosis secara positif dengan karang utamanya karang hermatipik. Oleh karena itu kedalaman dan kecerahan turut menjadi faktor pembatas sebaran karang secara vertikal.

Modul coral tree nursery yang terpasang sebanyak tiga modul dan menampung sebanyak 45 fragmen karang *Acropora cervicornis*, 8 fragmen *Montipora digitata*, 3 fragmen *Policopora demicornis*, 5 fragmen *Porites compressa*, dan 5 fragmen *Echinopora horrida* (Gambar 3). Kelima jenis karang tersebut juga teridentifikasi oleh peneliti

sebelumnya (Ilham *et al.*, 2017; Lapong *et al.*, 2023) sehingga dapat dinyatakan bahwa karang yang dibibit ialah karang alami yaitu karang yang digunakan merupakan fragmen karang yang ditemukan di lokasi penelitian atau karang eksis dan dapat tumbuh dengan baik.

Berdasarkan pengamatan, secara alami, di perairan Pulau Barrang Lompo didominasi karang dengan bentuk pertumbuhan *branching* seperti *Acropora*. Karang *Acropora cervicornis* merupakan salah satu jenis karang yang mudah beradaptasi dengan perubahan lingkungan perairan dalam batasan tertentu (Luthfi, Rahmadita, & Setyohadi, 2018). Untuk mendukung kegiatan transplantasi maka karang yang adaptif merupakan pilihan terbaik guna meningkatkan tutupan karang hidup di perairan.



Gambar 3. Distribusi fragmen karang tiap modul coral tree nursery

Gangguan kesehatan dan penyakit pada karang menentukan kualitas bibit karang yang tumbuh pada media pembibitan *coral tree nursery*. Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan sebanyak 7 (tujuh) gangguan kesehatan yang terdapat di *coral tree nursery* dan 1 (satu) jenis penyakit. Frekuensi tertinggi ditunjukkan pada gangguan kesehatan berupa alga (5) dan *bleaching* (4) sedangkan penyakit yang terdeteksi hanya *white band disease* (3) (Tabel 4).

Kualitas perairan merupakan faktor utama terkait prevalensi gangguan kesehatan dan penyakit pada perairan (Kench & Owen, 2015). Konsentrasi nutrisi di perairan dapat memicu pertumbuhan alga maupun biota lainnya sehingga dapat mengganggu pertumbuhan karang (Nursalim *et al.*, 2022). Kehadiran ikan jenis tertentu seperti ikan kakatua pada saat tertentu melakukan gigitan pada fragmen karang yang ditumbuhi alga. Bekas gigitan tersebut menyebabkan luka pada permukaan fragmen karang dan kehilangan jaringan karang, sehingga luka tersebut ditempati turf alga lainnya dan meluas ke seluruh permukaan fragmen karang.

Kehadiran sponge dapat menjadi salah satu indikasi suksesi karang. Sponge mampu memanfaatkan bakteri yang menyebabkan kematian pada karang maupun hasil kematian karang sebagai sumber pertumbuhan. Pertumbuhan sponge tersebut dapat

menyebabkan suksesi ekosistem karang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sponge banyak ditemui pada habitat yang terdapat komunitas karang mati (Suharyanto, 2008).

Karang berperan menyediakan habitat bagi organisme pelekat, salah satunya ialah teritip. Pada kondisi yang setimbang maka keberadaan teritip menjadi salah satu sumber pakan bagi karang. Namun apabila terjadi kelebihan suplai nutrisi pada ekosistem karang maka teritip yang bersifat biofouling dapat tumbuh secara massif di permukaan-permukaan karang sehingga menyebabkan kematian karang.

Beberapa jenis kerang dari kelompok Gastropoda berasosiasi dengan ekosistem karang namun diantaranya dapat berpengaruh negatif terhadap tutupan karang. Spesies *Drupella sp.* merupakan spesies kerang yang memakan polip karang sehingga dapat mengurangi tutupan karang hidup di suatu area ekosistem karang (Dody & Winanto, 2018).

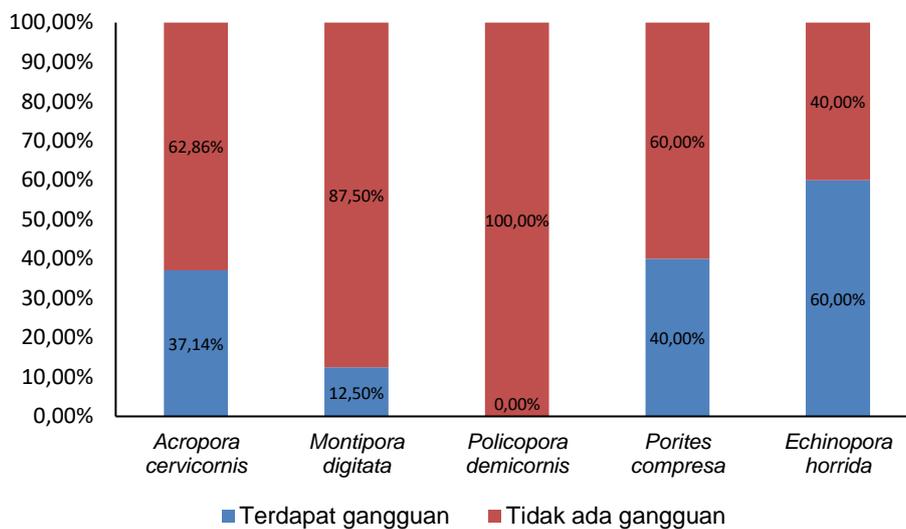
Penyakit *white band disease* merupakan penanda keberadaan bakteri *cyanobacteria* pada koloni karang (Handayani *et al.*, 2017). Ciri utamanya yaitu kosongnya koralit akibat kehilangan jaringan pada polip karang sehingga menimbulkan luka dengan pola multifocal dan *diffuse* dengan diameter luka <1 cm (Aldyza & Afkar, 2015).

Tabel 4. Jenis gangguan kesehatan dan penyakit pada karang

Jenis Gangguan	<i>Acropora cervicornis</i>	<i>Montipora digitata</i>	<i>Policopora demicornis</i>	<i>Porites compressa</i>	<i>Echinopora horrida</i>	Frekuensi
1. Hama						
<i>Bleaching</i>	4					4
<i>Alga</i>	3	1			1	5
<i>Teritip</i>	1			1		2
<i>Bekas gigitan ikan</i>				1	1	2
<i>Sponge</i>					1	1
<i>Kerang</i>	1					1
<i>Cacing kipas</i>	1					1
2. Penyakit						
<i>White band disease</i>	3					3

Prevalensi tertinggi berdasarkan jenis ditunjukkan oleh karang jenis *Porites compressa* (40,0%) dan *Acropora cervicornis* (37,14%) sedangkan fragmen karang *Policopora damicornis* tidak mengalami gangguan kesehatan maupun penyakit (Gambar 4). Kerentanan karang terhadap gangguan kesehatan dan penyakit bergantung terhadap kemampuan memberi respon dan menyembuhkan diri. *Policopora damicornis*

memiliki kemampuan pemulihan dan adaptasi yang cepat terhadap tempat baru yaitu hanya membutuhkan waktu 1x24 jam (Munasik *et al.*, 2006). Kemampuan tersebut mendorong karang *Policopora damicornis* lebih cepat menyesuaikan kestabilan fungsi jaringan karang sehingga dapat lebih cepat mengatasi gangguan kesehatan dan penyakit yang menghampiri.



Gambar 4. Persentase karang mengalami gangguan kesehatan dan penyakit

KESIMPULAN

Pada pembibitan karang menggunakan modul *coral tree nursery* terdapat beberapa jenis karang namun hanya fragmen karang *Acropora cervicornis* yang teridentifikasi terpapar penyakit *White Band Diseases* dengan prevalensi sebanyak enam koloni. Adapun gangguan kesehatan yang ditemukan yaitu algae, sponge, teritip, kerrang, fish bites, dan cacing kipas. Adanya hama dan penyakit yang teridentifikasi pada bibit karang dapat memengaruhi kualitas karang yang akan ditransplan sehingga kegiatan pemantauan menjadi bagian yang mutlak ada pada setiap kegiatan pembibitan maupun transplantasi karang. Disarankan pada kegiatan pelestarian karang terutama di suatu wilayah perairan skala besar untuk terlebih dahulu melakukan

pembibitan karang sebelum proses transplantasi karang agar diperoleh fragmen karang yang telah teruji ketahanannya terhadap kemungkinan gangguan kesehatan dan penyakit di perairan tersebut sehingga dapat meningkatkan keberhasilan transplantasi karang.

DAFTAR PUSTAKA

Akmal, M., & Handiani, D. (2023). Variasi luas terumbu karang di Pulau Barrang Lompo, Kepulauan Sangkarang (Spermonde Island) Berdasarkan Citra Satelit Sentinel 2. *Prosiding FTSP* (pp. 1026-1031). Bandung: ITENAS. Retrieved from <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/2473>

- Aldyza, N., Afkar. (2015). Analisis Genus Dan Penyakit Karang Di Perairan Pulau Tuan Kecamatan Peukan Bada Kabupaten Aceh Besar. *BIOTIK*, 3(2), 107-115.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Kecamatan Kepulauan Sangkarrang dalam Angka*. Makassar: BPS.
- Dodi, S., Winanto, T. (2018). Status Gastropoda pada ekosistem terumbu karang di Pulau Tidung Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Kepulauan*, 1(2), 11-21.
- Fathuddin, F., Noor, R. J., Lapong, M. I., Ramlan, A., Ardy, A., & Harijo, S. (2022). The Community Development Of Sangkarrang Ocean Dive Group Through Coral Stock Center And Coral Transplantation At Barrang Lompo Island. *NCSJ*, 2(1), 5-11. doi:<https://doi.org/10.37476/ncsj.v2i1.2436>
- Handayani, M., Semedi, B., Asadi, M., Herdiutami, M., Novakandi, R., & Zakiyah, U. (2017). Prevalensi Penyakit Karang White Band Disease (Wbd) Di Perairan Malang Selatan, Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III* (pp. 64-69). Madura: Universitas Trunojoyo.
- ICRI/UNEP-WCMC. (2010). *Disease in Tropical Coral Reef Ecosystems*. UK : UNEP-WCMC.
- Ilham, I., Litaay, M., Priosambodo, D., & Moka, W. (2017). Penutupan Karang Di Pulau Baranglombo Dan Pulau Bone Batang Berdasarkan Metode Reef Check. *SPERMONDE*, 3(1), 35-41. doi:<http://dx.doi.org/10.20956/jiks.v3i1.2123>
- Kench, P. S., & Owen, S. D. (2015). Coral Reef Systems and the Complexity of Hazards. In J. F. Shroder, J. T. Ellis, & D. J. Sherman, *Hazard and Disasters Series* (pp. 431-465). USA: Elsevier.
- Lapong, M. I., Noor, R. J., Fathuddin, F., & Alansar, T. (2023). Analisis Kondisi Oseanografi dan Tutupan Karang di Pulau Barrang Lompo dan Pulau Barrang Caddi, Kota Makassar. *LUTJANUS*, 28(2), 96-104. doi:<https://doi.org/10.51978/jlpp.v28i2.726>
- Luthfi, O. M., Rahmadita, V. L., & Setyohadi, D. (2018). Melihat Kondisi Kesetimbangan Ekologi Terumbu Karang di Pulau Sempu, Malang Menggunakan Pendekatan Luasan Koloni Karang Keras (Scleractinia). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 1-8.
- Munasik, M., Sugianto, D., Pranowo, W., Suharsono, S., Situmorang, J., & HN, K. (2006). Pola Arus dan Kelimpahan Karang Pocillopora damicornis di Pulau Panjang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11(1), 11-18.
- Noor, R. J., Isman, M., Lapong, M. I., & Fathuddin, F. (2024). Analysis of the Rate and Nutrient Content of Sediment in The Coral Transplantation Installation Vertical Method on Samalona Island, Makassar City. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 8(1), 11-22. doi:<https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2024.Vol.8.No.1.382>
- Nursalim, N., Trianto, A., Bahry, M. S., Haryanti, D., Ario, R., Siagian, R. A., & Prasetyo, A. T. (2022). Prevalensi Penyakit Karang di Pulau Menjangan Besar Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1), 97-105. doi:<https://doi.org/10.14710/jkt.v25i1.13208>
- Podbielski, I., Hajati, M.C., Bleich, M., Hiebenthal, C., Bock, C., Meizner, F. (2022). Capacity for Cellular Osmoregulation Defines Critical Salinity of Marine Invertebrates at Low Salinity. *Front. Mar. Sci.*, 9, 898364. doi:<https://10.3389/fmars.2022.898364>
- Rahman, A., Sa'adah, N., Wijaya, N., & Bahroun, A. S. (2021). Prevalensi Penyakit Pada Karang Keras di Perairan Kaledupa,. *J-Tropimar*, 3(2), 77-86.
- Rasul, A., Baso, A., Amiluddin, Fakhriyah, S., & Gosari, B. A. (2023). Sistem Bagi Hasil Unit Kapal Usaha Nelayan Penyelam Teripang di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar. *Ponggawa*, 3(2), 87-102.
- Razak, T. B., Lamont, T. A., Hukom, F. D., Alisa, C. A., Asri, A. R., & Ferse, S. C. (2024). A review of the legal framework for coral reef restoration in Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 248, 106944.

- doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106944>
- Riska, R., Tasak, A. R., Lalang, Kamur, S., Wahab, I., & Maharani, M. (2019). Identifikasi Penyakit dan Gangguan Kesehatan Terumbu Karang di Perairan Desa Langgapulu Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *Jurnal LAOT*, 1(2), 98-106.
- Roth, M.S., Goericke, R., Deheyn, D.D. (2012). Cold induce acute stress but heat is ultimately more deleterious for the reef-building coral *Acropora yongei*. *Scientific Reports*, 2, 240. doi: <https://doi.org/10.1038/srep00240>
- Suharyanto. (2008) Distribusi dan persentase tutupan sponge (Porifera) pada kondisi terumbu karang dan kedalaman yang berbeda di perairan Pulau Barrang Lompo, Sulawesi Selatan. *BIODIVERSITAS*, 9(3), 209-212.
- Tanvet, C., Camp, E.F., Sutton, J., Houlbreque, F., Thouzeau, G., Rodolfo-Metalpa, R. (2023). Coral adapted to extreme and fluctuating seawater pH increase calcification rates and have unique symbiont communities. *Ecology and Evolution*, 13(5), e10099. doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.10099>
- White, A., Rudyanto, Agung, M. F., Minarputri, N., Lestari, A. P., Wen, . . . Tighe, S. (2021). Marine Protected Area Networks in Indonesia: Progress, Lessons and a Network Design Case Study Covering Six Eastern Provinces. *Coastal Management*, 49(6), 575-597. doi:<https://doi.org/10.1080/08920753.2021.1967560>