

**STUDI PREVALENSI PENYAKIT KARANG (*Acroporidae*)
PERAIRAN BANGSRING DESA BANGSRING KECAMATAN
WONGSOREJO KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh

RAMADHAN MASRUR BUSTOMY

H74217036

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ramadhan Masrur Bustomy
NIM : H74217036
Program Studi : Ilmu Kelautan
Angkatan : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: **Studi Prevalensi Penyakit Karang (*Acroporidae*) Perairan Bangsring Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, September 2021

Yang membuat pernyataan



Ramadhan Masrur Bustomy
H74217036

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Skripsi Oleh:

Nama : Ramadhan Masrur Bustomy

NIM : H74217036

Judul : Studi Prevalensi Penyakit Karang (*Acroporidae*) Perairan Bangsring
Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi.

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 10 Desember 2021

Pembimbing I



Misbakhul Munir, M.Kes
NIP. 19810725201431002

Pembimbing II



Dian Sari Majasroh, M.Si
NIP. 198908242018012001

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Ramadhan Masrur Bustomy ini telah dipertahankan
di depan tim Penguji Skripsi Tugas Akhir
Surabaya, 04 Januari 2022

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



Misbakhul Munir, M.Kes
NIP. 19810725201431002

Penguji II



Dian Sari Marsaroh, M.Si
NIP. 198908142018012001

Penguji III



Mauludiyah, MT
NIP. 201409003

Penguji IV



Wiga Alif Violando M.P.
NIP. 199203292019031012

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Prof. Dr. H. Eyi Fatmatur Rusydiyah, M. Ag
NIP. 197312272005012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpustakaan@uinsbv.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : RAMADHAN MASRUR BUSTOMY
NIM : H74217036
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ILMU KELAUTAN
E-mail address : masrurbustomy@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain

(.....)

yang berjudul :

**STUDI PREVALENSI PENYAKIT KARANG (*Acroporidae*) PERAIRAN
BANGSRING DESA BANGSRING KECAMATAN WONGSOREJO
KABUPATEN BANYUWANGI**

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Januari 2022

Penulis

ABSTRAK
STUDI PREVALENSI PENYAKIT KARANG (*Acroporidae*) PERAIRAN
BANGSRING DESA BANGSRING KECAMATAN WONGSOREJO
KABUPATEN BANYUWANGI

Oleh:

Ramadhan Masrur Bustomy

Abstrak

Penyakit karang diketahui sebagai salah satu faktor utama yang berkontribusi dalam kerusakan terumbu karang di seluruh dunia, dimana parameter fisik, kimia dan biologi diketahui dapat menginduksi penyebaran karang dengan meningkatkan laju tranmisi penyakit karang dan laju pertumbuhan bakteri pathogen penyebab terjadinya penyakit karang. Prevalensi penyakit karang menjadi penting dilakukan untuk mengetahui kerusakan yang ditimbulkan pada ekosistem karang akibat dari turunnya kualitas perairan di wilayah ekosistem tersebut. Metode yang digunakan dalam perhitungan prevalensi adalah transek sabuk berukuran 25x2 m, sedangkan identifikasi karang berdasarkan Buku Identifikasi Penyakit Karang. Hasil yang diperoleh dari nilai prevalensi penyakit karang di lokasi penelitian rata-rata sebesar 10.30%, yang dapat diartikan bahwa pada rata-rata setiap transek dari 135 koloni terdapat 13-14 koloni yang terjangkit penyakit karang. Jenis penyakit karang pada famili *Acroporidae* yang ditemukan pada stasiun penelitian antara lain adalah *White Syndrome* (WS) dengan nilai prevalensi rata-rata sebesar 2,67% pada ketiga stasiun penelitian. *White Band Disease* (WBD) dengan nilai prevalensi rata-rata sebesar 6,12% pada ketiga stasiun penelitian yang diambil. *Brown Band Disease* (BrBD) mendapatkan nilai prevalensi rata-rata sebesar 0.65% pada ketiga stasiun penelitian yang diambil, kemudian pемutihan karang atau (*Bleaching*) mendapatkan nilai prevalensi penyakit karang dengan rata-rata sebesar 0.86% pada ketiga stasiun yang telah dilakukan pengambilan transek. *White Band Disease* (WBD) adalah penyakit karang yang paling banyak ditemukan di semua stasiun penelitian. Genus karang yang terserang penyakit pada perairan Bangsring adalah genus *Acropora* dan *Montipora*.

Kata Kunci: *Acroporidae*, Prevalensi, Penyakit Karang

ABSTRACT

STUDY OF PREVALENCE CORAL DISEASE (*Acroporidae*) IN BANGSRING VILLAGE, WONGSOREJO DISTRICT, BANYUWANGI REGENCY

Oleh: **Ramadhan Masrur Bustomy**

Abstract

Coral disease is known to be one of the main factors that contribute to coral reef damage worldwide, where physical, chemical and biological parameters are known to induce coral dispersal by increasing the rate of transmission of coral disease and the growth rate of pathogenic bacteria that cause coral disease. The prevalence of coral disease is important to determine the damage caused to coral ecosystems as a result of the decline in water quality in the ecosystem area. The method used in calculating prevalence is a belt transect measuring 25x2 m, while coral identification is based on the Coral Disease Identification Book. The results obtained from the prevalence value of coral disease at the study site were an average of 10.30%, which means that on average each transect of 135 colonies contained 13-14 colonies infected with coral disease. Types of coral disease in the *Acroporidae* family found at the research station were White Syndrome (WS) with an average prevalence value of 2.67% at the three research stations. White Band Disease (WBD) with an average prevalence value of 6.12% at the three research stations taken. Brown Band Disease (BrBD) got an average prevalence value of 0.65% at the three research stations taken, then coral bleaching or (Bleaching) got a coral disease prevalence value with an average of 0.86% at the three stations where transects were taken. White Band Disease (WBD) was the most common coral disease found in all research stations. The genera of corals that were attacked by the disease in Bangsring waters were the genera *Acropora* and *Montipora*.

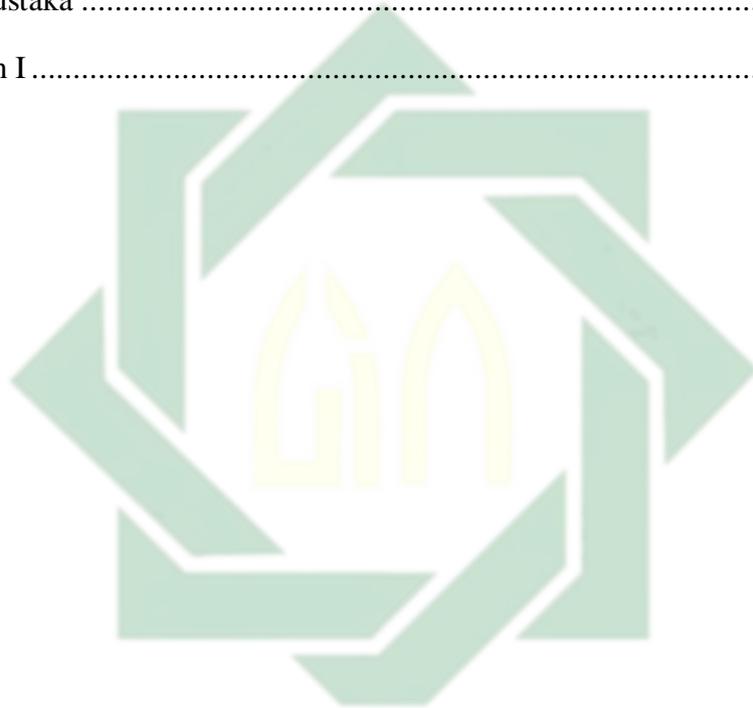
Keyword: *Acroporidae, Prevalence, Coral Disease*

Daftar Isi

Halaman Judul	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat.....	5
BAB II.....	6
2.1 Ekosistem Terumbu Karang	6
2.2 Karang Family <i>Acroporidae</i>	7
2.3 Penyakit Karang	11
2.3.1 <i>Black Band Disease</i>	12
2.3.2 <i>Red Band Disease</i>	14

2.3.3	<i>White Band Disease</i>	15
2.3.4	<i>Brown Band Disease</i>	16
2.3.5	<i>Bleaching</i>	16
2.3.6	<i>White Syndrome</i>	18
2.4	Parameter Fisika Kimia Perairan	19
2.4.1	Kecerahan	19
2.4.2	Kedalaman	19
2.4.3	Suhu	20
2.4.4	Salinitas	20
2.4.5	Kadar Oksigen Terlarut (D.O)	20
2.4.6	Fosfat	21
2.4.7	Nitrat	21
2.5	Penelitian Terdahulu	22
2.6	Integrasi keilmuan	24
BAB III		22
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.2	Alat Penelitian	23
3.3	Tahapan Penelitian	23
3.3.1	Studi Pendahuluan	24
3.3.2	Pengumpulan Data	25
3.3.3	Analisis Data	28
3.3.4	Penarikan Kesimpulan	29
BAB IV		31
4.1	Penyakit Karang Famili (<i>Acroporidae</i>)	31
4.1.1	Kondisi Tutupan Karang	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Jenis Penyakit yang Menyerang Karang	31

4.2 Prevalensi Penyakit Karang	35
4.2.1 Parameter Fisika dan Parameter Kimia Perairan.....	38
4.2.2 Hubungan parameter fisika-kimia dan tutupan terumbu karang dengan tingkat prevalensi	46
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
Daftar Pustaka	57
Lampiran I	63



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Daftar Tabel

Tabel 4.1-1 Parameter Fisika Kimia	39
--	----

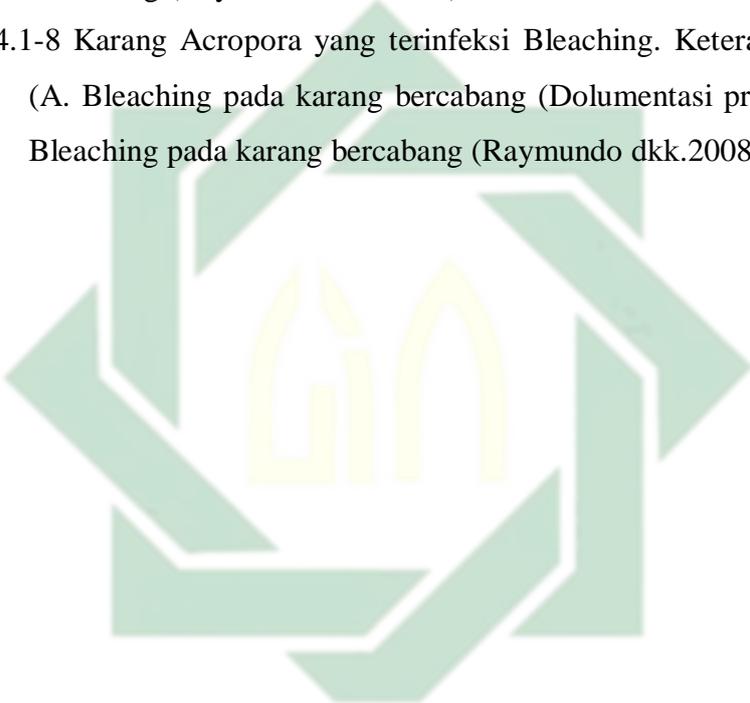


UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Daftar Gambar

gambar 2.2-1 Acropora intermedia.....	8
gambar 2.2-2 Anacropora forbesi	9
gambar 2.2-3 Astreopora gracilis	10
gambar 2.2-4 Montipora Foliosa	11
gambar 2.3-1 Black band disease	14
gambar 2.3-2 Red band disease	15
gambar 2.3-3 White band disease.....	16
gambar 2.3-4 Brown band disease.....	16
gambar 2.3-5 Bleaching	18
gambar 2.3-6 White Spot	18
gambar 3.1-1 Lokasi Penelitian	22
gambar 3.3-1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	24
gambar 3.3-2 Metode Pengambilan Data Line Intercept Transect (LIT)	26
gambar 3.3-3 jalur transek sabuk.....	26
gambar 3.3-4 Metode Transek sabuk (<i>Belt Transect</i>).....	27
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan suhu.....	26
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan salinitas.....	27
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan pH.....	27
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan DO.....	28
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan kecerahan.....	28
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan kadar nitrat.....	29
gambar 4.1-1 Grafik perbedaan kadar fosfat.....	30
Gambar 4.1-2 Kondisi Tutupan Terumbu Karang. Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4.1-3 Diagram komposisi tutupan terumbu karang pada lokasi penelitian Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4.1-4 Komposisi tutupan karang hidup pada lokasi penelitian	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 4.1-5 Karang Acropora yang terinfeksi White Syndrome. Keterangan gambar : (A. White Syndrome pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. White Syndrome pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008)	31

- Gambar 4.1-6 Karang Acropora yang terinfeksi White Band Disease. Keterangan gambar : (A. White Band Disease pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. White Band Disease pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008) 32
- Gambar 4.1-7 Karang Acropora yang terinfeksi Brown Band Disease. Keterangan gambar : (A. Brown Band Disease pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. Brown Band Disease pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008) 33
- Gambar 4.1-8 Karang Acropora yang terinfeksi Bleaching. Keterangan gambar: (A. Bleaching pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. Bleaching pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008) 34



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada kehidupan atau ekosistem laut, terumbu karang memiliki peranan yang kompleks dan sangat rawan. Peran terumbu karang sendiri adalah sebagai penyedia makanan, tempat memijah, tempat hidup bagi biota dan juga terumbu karang memiliki nilai estetika yang dapat dimanfaatkan sebagai kawasan wisata juga sebagai sumber plasma nutfah yang cukup tinggi. Selain peran di atas, terumbu karang juga berperan sebagai penyedia pasir untuk pantai, sebagai penegak dan penghalang erosi yang mengikis pantai. Jika ditinjau dari aspek ekonomi dan aspek fisik terumbu karang memiliki berbagai macam fungsi bagi kehidupan ekosistem laut. Namun dengan banyaknya manfaat serta potensi yang dimiliki terumbu karang tersebut juga beriringan dengan tekanan manusia terhadap terumbu karang semakin meningkat pula. Terbukti dengan adanya kondisi dari terumbu karang di Indonesia saja hanya 5% yang berada dalam kondisi sangat baik, 27.01% berada dalam kondisi baik, 37.97% dalam kondisi buruk dan 30.02% dalam kondisi sangat buruk (Miftachul, et al., 2018).

Perairan Bangsring Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu objek pariwisata yang memiliki masalah pada awal pengembangannya. Objek pariwisata *Bangsring Underwater* (BUNDER) yang terletak di perairan Bangsring merupakan daerah konservasi. Kawasan perairan Bangsring memiliki pemandangan yang indah, pantai langsung berhadapan dengan pulau Bali, pulau Menjangan dan juga pulau Tabuhan yang tentunya menyajikan keindahan dengan suasana khas tersendiri. Keberadaan ekowisata *bangsring underwater* memberikan pengaruh terhadap sumberdaya alam maupun bagi sumberdaya ekonomi masyarakat sekitar Desa Bangsring (Hadi, 2018).

Pada tiga dekade terakhir, insiden penyakit karang telah meningkat dari mulai kondisi jarang kemudian penampakan penyakit karang dunia telah menjadi hal biasa di antara sistem terumbu dunia dan menjadi fenomena lokal yang patut diperhatikan bagi setiap daerah masing-masing. Penyakit karang yang menjadi kasus pertama muncul pada akhir 1960-an dan awal 1970-an, para ilmuwan telah bekerja sama untuk mengidentifikasi penyebab penyakit ini. Namun kemajuan penelitian diperlambat oleh kompleksitas ekosistem karang dan pengaruh kegiatan manusia sendiri pada sistem ini. Peningkatan terhadap masalah penyakit karang yang sesuai dengan tekanan populasi manusia selama periode ini, telah disarankan bahwa penyebab stres ekosistem terumbu karang sendiri dimulai dari kualitas lingkungan air yang mengalami perubahan kemudian menjadikan kualitas lingkungan air tidak sesuai dengan baku mutu dan hal tersebut bisa dipicu dari berbagai hal seperti pembuangan limbah, industri, pertambangan dan juga kegiatan wisata yang berkontribusi dalam penularan wabah penyakit karang. Korelasi atau keterkaitan antara penyebab stres oleh kegiatan wisata dan frekuensi penyakit telah terlihat selama beberapa waktu (Jennifer, et al., 2011).

Peningkatan penyakit karang secara global telah mempengaruhi ekosistem terumbu karang, namun seringkali sedikit yang diketahui tentang beberapa penyakit karang termasuk penularannya. *White Band Disease* adalah salah satu penyakit yang telah menyebabkan penurunan kualitas hidup yang tak tertandingi menutupi karang jenis *Acropora*. Pernah menyebar cepat ke seluruh karibia dengan cara yang tidak diketahui. Disini (Gignoux-Wolfsohn, et al., 2012) menganalisis dengan empat mode dugaan tranmisi penyakit karang ke bentuk pertumbuhan karang bercabang.

Penyakit karang lain yang banyak ditemukan adalah UWS (*Ulcerative White Spot*). Penyakit jenis ini dapat dilihat dengan adanya lingkaran-lingkaran kecil berwarna putih, dimana setiap lingkaran terpisah-pisah dan menyebar pada permukaan koloni. UWS (*Ulcerative White Spot*) lebih cenderung sering ditemukan pada karang dengan

pertumbuhan masif. WP (*White Plague*) juga banyak ditemukan pada karang dengan pertumbuhan masif. Penyakit jenis ini terlihat dengan adanya jaringan karang yang hilang dan berwarna putih (Mellani, et al., 2019). Menurut (Muller, et al., 2012) ketika terumbu karang mengalami luka pada bagian koloninya maka karang akan mengeluarkan lendir sebagai bentuk pertahanan diri dan juga sebagai indikator bahwa terumbu karang mengalami stres. Luka dan stres tersebut dapat menyebabkan virus dan bakteri menjadi mudah masuk dan menyerang biota karang. Bakteri dan virus merupakan salah satu faktor lingkungan penyebab terjadinya penyakit karang.

Penurunan kualitas daya imun yang disebabkan oleh penyakit karang dapat ditandai dengan terhambatnya laju pertumbuhan pada karang dan akan menyebabkan matinya suatu populasi karang pada suatu perairan jika dibiarkan dalam kurun waktu tertentu. Dampak yang nyata juga adalah pada penurunan kapasitas produksi karang tersebut. Infeksi penyakit karang dapat dilihat langsung karena memiliki ciri-ciri yaitu akan terlihat ada bagian koloni yang mengalami luka atau perbedaan dari jaringan karang yang hilang, hal tersebut bisa disebabkan oleh bakteri, virus, protozoa atau jamur. Beberapa karang bercabang masuk kedalam genus *Acropora*. Menurut (Siringoringo.2012) dalam (Ariszandya, et al., 2020) menyebutkan bahwa karang famili *Acropora* merupakan karang yang rapuh dan sangat sensitif terhadap lingkungan yang tinggi aktivitas manusia seperti kunjungan wisata, kegiatan penangkapan ikan dan juga aktivitas lain seperti pertambangan dapat menyebabkan peningkatan penularan infeksi penyakit karang di wilayah perairan tersebut. Pendapat tersebut diperkuat oleh (Floros.2004) dalam (siringoringo, et al., 2012) yang menyatakan bahwa karang dengan pada Famili *Acroporidae* terutama pada pertumbuhan bercabang mempunyai pertumbuhan yang cepat namun rentan terhadap perubahan lingkungan perairan. Penularan penyakit kurang berpengaruh terhadap karang- karang masif, karena karang tersebut termasuk kedalam karang kategori yang resisten terhadap perubahan

lingkungan seperti karang jenis *Porites*, *Goniopora*, *Galaxea* (Ariszandya, et al., 2020).

Perairan Bangsring yang memiliki daya tarik wisata yang tinggi menjadi salah satu faktor penyebab mudahnya penyebaran penyakit karang di suatu wilayah yang berdampak terhadap penurunan kesehatan karang di wilayah tersebut. Perairan Bangsring sendiri adalah salah satu kawasan perlindungan atau konservasi, dimana kegiatan pemanfaatan wilayah secara berkelanjutan menjadi wajib dilakukan di daerah tersebut terutama pada ekosistem terumbu karang yang menjadi salah satu destinasi utama yang dimiliki oleh daerah wisata Bangsring Underwater. Kematian karang akibat terinfeksi oleh bakteri banyak dilaporkan hingga saat ini. Perairan Bangsring sendiri adalah tempat wisata dan juga merupakan kawasan konservasi, maka dari itu penting untuk menjaga keindahan dan keberlangsungan hidup terumbu karang pada wilayah perairan tersebut. Salah satu upaya yang menjadi langkah awal untuk menjadikan wilayah perairan Bangsring tetap asri adalah dengan melakukan pengawasan (*Monitoring*) terhadap kondisi ekosistem terumbu karang pada perairan Bangsring. Dampak penyakit karang yang ditimbulkan dapat diamati ke dalam prevalensi penyakit karang (Renta, et al., 2020). Prevalensi penyakit karang penting dilakukan untuk mengetahui perhitungan jumlah koloni karang terinfeksi penyakit dari jumlah total karang yang diperiksa, dari hasil pengamatan akan mendapatkan jenis penyakit yang menginfeksi pada suatu koloni karang di suatu perairan. Berdasarkan keterangan di atas sehingga perlu dilakukan penelitian awal terkait prevalensi penyakit karang sebagai salah satu tindakan awal dalam upaya pencegahan rusaknya ekosistem karang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah:

- a. Apa saja Penyakit karang yang teridentifikasi pada karang famili (*Acroporidae*) di perairan Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi?
- b. Bagaimana Prevalensi Penyakit Karang (*Acroporidae*) pada perairan di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui Penyakit karang apa saja yang teridentifikasi pada karang (*Acroporidae*) di perairan Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi
- b. Untuk mengetahui Prevalensi Penyakit Karang (*Acroporidae*) pada perairan di Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi

1.4 Batasan Masalah

Penelitian memiliki keterbatasan mutlak yang perlu diperhatikan.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Fokus penelitian ini adalah Kesehatan karang pada wisata *Bangsring underwater* yang mengacu pada penyakit karang bercabang pada famili *Acroporidae* pada tingkat genus antara lain *Acropora*, *Astreopora*, *Montipora* dan *Anacropora*.
- b. Pengukuran prevalensi dilakukan dengan menghitung jumlah koloni yang terinfeksi dalam suatu total jumlah koloni tersebut pada beberapa transek pengamatan.
- c. Variabel fisik dan variabel kimia lingkungan yang diukur adalah suhu, kecerahan, pH, salinitas, nitrat dan fosfat.
- d. Variabel biotik yang diukur adalah presentase tutupan karang pada transek yang ditentukan.

1.5 Manfaat

Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penyakit karang yang menyerang komunitas karang (*Acroporidae*) pada perairan *Bangsring underwater* Desa Bangsring

Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam pengelolaan maupun pemanfaatan ekosistem terumbu karang.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan salah satu hewan bentik yang hidupnya ada di dasar perairan. Terumbu karang sebagian besar hidupnya berkoloni yang tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai hasil sekresi dari *zooxanthellae*. Terumbu karang merupakan habitat berbagai biota laut untuk tumbuh dan berkembangbiak dalam kehidupan yang seimbang. Menurut (Hazrul, et al., 2016) menyatakan bahwa sifat yang menonjol dari terumbu karang adalah keanekaragaman, jumlah spesies, dan bentuk morfologinya yang tinggi dan bervariasi. Terumbu karang memiliki beberapa sifat yang berhubungan langsung dengan ekosistem yang menjadi tempat hidup mereka, salah satu sifat yang berhubungan dengan ekosistem terumbu karang adalah kerentanan ekosistem tersebut mudah menerima dampak dari luar. Hal tersebut terbukti oleh data pendukung yang menunjukkan hasil bahwa tutupan karang hidup di Indonesia hanya sekitar 5% dalam keadaan bagus dengan persen *cover* 50-75.

Karang dikelompokkan menjadi dua kelompok, yang pertama adalah karang hermatipik dan yang kedua adalah karang ahermatipik. Karang yang dapat menghasilkan koloni karang atau terumbu karang disebut dengan karang hermatipik sedangkan kelompok karang satunya yaitu ahermatipik tidak dapat menghasilkan koloni karang. Persebaran karang ahermatipik hampir ke seluruh dunia, berbeda dengan karang hermatipik. Persebaran karang hermatipik hanya ditemukan di wilayah tropis. Kedua kelompok karang tersebut memiliki beberapa ciri-ciri khusus akan tetapi ada beberapa perbedaan yang cukup mencolok antara keduanya. Pada jaringan dalam karang hermatipik terdapat sel-sel tumbuhan yang bersimbiosis yang biasa disebut *zooxanthellae*, sedangkan pada kelompok karang ahermatipik tidak ditemukan demikian (Nybakken, 1993).

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil zat kapur, terutama oleh hewan karang. Kebersamaan dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Terumbu karang sendiri mempunyai

komponen untuk membentuk struktur mereka, terdapat dua komponen penyusun karang yang merupakan pembentuk utama terumbu karang, terdiri dari polip dan skeleton. Bagian yang lunak dari biota karang disebut polip karang, sedangkan komponen yang cenderung keras disebut dengan skeleton yang merupakan bagian pembentuk karang yang menjadikannya keras. Bagian polip memiliki tentakel (alat penggerak) yang berada disekitarnya dan memiliki fungsi untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mengeksresikan zat kapur CaCO_3 yang membentuk kerangka skeleton karang. Kumpulan sel-sel yang merupakan sejenis alga tersebut hidup di jaringan-jaringan polip karang melaksanakan fotosintesis dan membentuk koloni karang (Giyanto, et al., 2017).

2.2 Karang Family *Acroporidae*

Acroporidae merupakan salah satu dari dua suku yang paling beragam pada kehidupan *zooxhantele corals*, memiliki ciri khas bentuk yaitu *branching* dan beberapa masif, namun pada genus *montipora* memiliki bentuk *encrusting*. Genus *Acropora*, *montipora* dan *isopora* menjadi spesies dominan pada barisan terdepan dari pembentuk ekosistem karang. *Acroporidae* sendiri memiliki 4 genus yaitu *Acropora*, *Anacropora*, *Montipora* dan *Astreopora*. Genus *Acropora* lebih dikenal sebagai *staghorn coral*, yang memiliki bentuk bercabang (*branching*), memiliki koralit aksial dan koralit radial sebagai contoh yaitu *Acropora humilis*. Genus *Anacropora* memiliki ciri bentuk percabangan arboresen atau kapitosa dan tidak mempunyai aksial dan radial koralit. Genus *Astreopora* memiliki ciri koloni *massive* dengan permukaan bergranula dan porus, septa tidak berkembang dan kolumela tidak ada. Genus *Montipora* memiliki ciri khas koloni *encrusting* atau lembaran dan tidak mempunyai septa (Hutching pat, 2008).

a. *Acropora*

Acropora merupakan salah satu terumbu karang tipe bercabang yang termasuk kedalam famili *Acroporidae*. Karakteristik terumbu karang yang termasuk ke dalam marga ini adalah bentuk percabangan sangat bervariasi yaitu korimbosa, kapitosa dan lain-lainnya. Ciri khas dari marga ini adalah mempunyai aksial koralit dan radial koralit. Bentuk radial koralit juga bervariasi dari bentuk tubular nariform, dan tenggelam. Genus *Acropora* mempunyai sekitar 113 spesies yang tersebar di seluruh Indonesia. Berikut

adalah salah satu contoh Spesies dari genus *Acropora*. Klasifikasi dari *Acropora intermedia* adalah sebagai berikut.



Gambar 2.2-1 Acropora intermedia

Klasifikasi

Kingdom : Animalia
 Phylum : Cnidaria
 Class : Anthozoa
 Ordo : Scleractina
 Family : Acroporidae
 Genus : Acropora
 Spesies : *Acropora intermedia*

(Suharsono, 2017)

Koloni dengan bentuk percabangan arboresen, kompak, bagian ujung cabang selalu membentuk percabangan. Aksial koralit relatif panjang dengan bukaan lebar. Radial koralit bentuk tabung dengan bukaan dimidate dan sebagian tenggelam, tersebar merata terlihat teratur. Konesteum retikulata dengan beberapa duri di antara radial koralit. Spesies ini memiliki kemampuan ketahanan untuk bertahan hidup pada lingkup batasan wilayah yang dimulai dari pesisir kemudian meluas hingga batas tubir pesisir (Suharsono, 2017).

b. Anacropora

Karang genus *Anacropora* merupakan karang bentuk percabangannya arboresen atau kapitosa, radial koralit hampir semuanya berbentuk

tenggelam atau setengah dan tidak memiliki aksial corallit. Karang *anacropora* merupakan salah satu dari empat famili *Acroporidae*. Pada wilayah Indonesia karang genus *Anacropora* sering dijumpai atau banyak ditemukan pada wilayah Indonesia bagian timur. Berikut adalah salah satu contoh Spesies dari genus *Anacropora*. Klasifikasi dari *Anacropora forbesi* adalah sebagai berikut (Melati, et al., 2018).



gambar 2.2-2 *Anacropora forbesi*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Cnidaria

Class : Anthozoa

Ordo : Scleractina

Family : Acroporidae

Genus : *Anacropora*

Spesies : *Anacropora forbesi*

(Suharsono, 2017)

c. *Astreopora*

Astreopora merupakan salah satu dari ke-4 genus famili *Acroporidae*. Terumbu karang yang termasuk ke dalam marga ini memiliki ciri-ciri atau beberapa karakteristik yaitu koloni padat (masif) membulat, permukaan bergranula dan porus. *Astreopora* memiliki koralit lokoidnya berbentuk kubah-kubah kecil dan septa tidak berkembang dengan baik sehingga koralit membentuk kubangan yang terkesan menyerupai bentuk lubang sumur. Selain itu, *astreopora* tidak memiliki kolumela, konesteum berbintil-bintil

dengan permukaan memiliki duri-duri kecil, dan terdapat sekitar dua belas jenis yang tersebar di hampir seluruh perairan Indonesia. Berikut adalah salah satu contoh Spesies dari genus *Astreopora*. Klasifikasi dari *Astreopora gracilis* adalah sebagai berikut.



gambar 2.2-3 *Astreopora gracilis*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Cnidaria

Class : Anthozoa

Ordo : Scleractina

Family : Acroporidae

Genus : *Astreopora*

Spesies : *Astreopora gracilis*

(Suharsono, 2017)

d. *Montipora*

Karakteristik terumbu karang pada genus *montipora*. Genus *montipora* mempunyai koloni berbentuk lembaran (*foliose*), berbentuk lain yaitu merayap (*encrusting*), bercabang (*branching*) dan batuan (*submassife*). Genus *Montipora* memiliki koralit kecil yang semuanya tenggelam dan

tidak mempunyai septa. Konesetumnya mempunyai bentuk spesifik yang disebut retikulum. Retikulum biasanya berbentuk bukit-bukit kecil, alur atau tonjoloan-tonjolan sehingga permukaan koloni karang tersebut selalu terlihat kasar dan porus. Bernard mengidentifikasi sekitar 135 jenis *montipora*, tetapi pada saat ini yang dikenal hanya sekitar 45 spesies. Sebaran dapat ditemukan di seluruh Indonesia (Alik, 2020). Berikut adalah salah satu contoh Spesies dari genus *Montipora*. Klasifikasi dari *Montipora foliosa* adalah sebagai berikut.



gambar 2.2-4 Montipora Foliosa

Klasifikasi

Kingdom : Animalia
 Phylum : Cnidaria
 Class : Anthozoa
 Ordo : Scleractina
 Family : Acroporidae
 Genus : Montipora
 Species : *Montipora foliosa*

(Suharsono, 2017)

2.3 Penyakit Karang

Penyakit karang adalah gangguan yang menjangkit dan berdampak terhadap kesehatan karang yang menyebabkan gangguan secara fisiologis bagi biota karang berpenyakit. Penyakit karang menyebabkan kegagalan fungsi vital hewan karang, organ

atau sistem organ, berdampak juga terhadap terganggunya proses pertumbuhan dan perkembangbiakan, gangguan dalam proses reproduksi, perubahan struktur komunitas, penurunan keanekaragaman spesies dan kelimpahan asosiasi hewan laut di terumbu karang. Penyebabnya bisa berasal dari sumber biotik dan abiotik (Riska, et al., 2019).

Beberapa peneliti karang berpendapat bahwa penyakit karang merupakan kondisi dimana koloni karang memiliki tingkat imunitas yang kurang baik atau menurun dan juga ditunjang dengan keadaan lingkungan atau wilayah perairan yang tidak sesuai dengan baku mutu keberlangsungan hidup ekosistem terumbu karang dapat menyebabkan terjangkitnya suatu koloni terhadap penyakit karang. (Raymundo, 2008) berpendapat bahwa gejala abnormal dan disfungsi secara fisiologis pada koloni karanglah awal dari terjangkitnya suatu koloni terhadap penyakit karang. Sedangkan Wobeser (1981) menyatakan bahwa penyakit adalah setiap gangguan yang mengganggu kinerja dan fungsi normal suatu organisme termasuk respon terhadap ekosistem atau faktor lingkungan seperti nutrisi, toksikan, dan iklim juga agen penular, cacat yang merupakan bawaan atau kombinasi dari faktor-faktor tersebut untuk menentukan bahwa itu adalah penyakit. Penyakit yang menjangkit pada karang biasanya merupakan respon terhadap perubahan lingkungan, serangan bakteri, virus dan pemangsa. Penyebab penyakit karang (*coral disease*) bukan hanya meliputi pathogen saja, tapi juga dapat meliputi sistem imun dari koloni karang serta kondisi lingkungan perairan yang tidak sesuai dengan baku mutu keberlangsungan hidup karang juga menjadi pemicu terjangkitnya suatu penyakit karang maupun gangguan kesehatan karang semacamnya. Penyakit karang berdasarkan penyebabnya, dibedakan menjadi dua yaitu, yakni infeksi pathogen dan non infeksi. Pathogen dibedakan menjadi dua, yaitu mikro dan makro parasit. Sedangkan penyakit karang non infeksi dapat berupa mutasi genetik, kekurangan nutrisi, meningkatnya suhu air laut, radiasi ultraviolet, sedimentasi dan polutan (Santavy & Peters, 1997).

2.3.1 *Black Band Disease*

Pada awal tahun 1970, Arnfried Antonius melaporkan kejadian suatu band bermaterial hitam lembut yang keluar ke permukaan dari beberapa jenis karang otak dan karang massif pada terumbu karang di Karibia Barat. Band adalah suatu tanda berupa garis yang terdapat pada koloni karang dimana warna tersebut mencirikan jenis penyakit pada suatu jenis karang. Penyakit

ini ditandai dengan suatu lembaran atau bercak (mate) hitam yang luasnya sekitar ¼-2 inci pada permukaan jaringan karang.

Penyakit ini bergerak melewati permukaan rangka karang, dengan kecepatan sekitar 3mm-1cm perhari dan kemudian meninggalkan rangka karang berwarna putih kosong. Terdapat pembatas yang memisahkan antara jaringan karang yang sehat dengan karang yang sudah ditinggalkan polipnya dan biasanya pembatas tersebut berwarna hitam menyerupai cincin, Penyakit ini bernama *Black Band Disease* atau BBD. Penyakit ini juga disebut dengan *Black Band Ring*. Dari hasil pengamatan pada bagian karang yang terkena penyakit ini, dijumpai suatu gabungan jasad renik, *cyanobacterium Spirulina*, oksidasi sulfur bakteri pereduksi sulfat, bakteri heterotropik dan jasad renik lain. BBD akan meningkat, apabila terjadi sedimentasi serta pasokan nutrien, bahan kimia beracun dan suhu yang melebihi batas normal. BBD berasosiasi dengan temperatur air yang tinggi. Umumnya terjadi dalam musim panas, di mana suhu air di atas 28°C. Pada pergantian musim tepatnya musim panas salah satu penyebab BBD menjadi sangat aktif yaitu *Aspergillois*. Kemudian *Cyanobacteria* yang merupakan penyebab BBD akan melakukan penetrasinya berlanjut masuk hingga rangka karang. Penetrasi *cyanobacteria* terhadap karang inangnya dibantu oleh *chemical lysis*. Kemudian racun dari BBD ini menyebabkan jaringan karang mengalami degradasi dan lysis. Efek dari *microcystin* dan *sulfide* ini menyebabkan *cyanobacteria* ataupun gastrodermis menyebabkan *zooxanthellae* dari jaringan karang adalah hasil dari degradasi secara fisik dari bagian gastrodermis (di mana *zooxanthellae* melekat).

Penyakit karang pita hitam merupakan salah satu penyakit karang yang memiliki kompleksitas yang cukup tinggi, dimana perbedaan dan variabel konsorsium mikrobialnya tinggi dan jelas. Penyakit pita hitam sendiri dapat menciptakan habitat dinamis dan beracun. Racun penyakit pita hitam dapat berasosiasi dengan lingkungan, menyebabkan kerusakan pada jaringan *eukaryotic* dan mungkin membantu *cyanobacteria* masuk ke dalam epidermis dan gastrodermis dari karang inang (Miller, 2011).



gambar 2.3-1 Black band disease

(Raymundo, 2008)

2.3.2 Red Band Disease

Penyakit yang menyerupai *Black Band Disease* (BBD) adalah *Red Band Disease* (RBD). (Santavy & Peters, 1997) melaporkan bahwa suatu “band merah” telah menginfeksi karang di Great Barrier Reef. RBD adalah suatu lapisan microbial yang berwarna merah bata atau coklat gelap, dan warna tersebut mudah dilihat pada permukaan jaringan karang. Penyakit ini menginfeksi karang otak (*Diploria Strigosa*, *Montastrea annularis*, *Montastrea cavernosa*, *Porites astreoides*, *Siderastrea sp* dan *Colpophyllia natans*) di Great Barrier Reef.

Band nampak seperti gabungan dari *cyanobacteria* dan jasad renik yang berbeda dibanding dengan biota yang ditemukan pada BBD. Selain itu pergerakan microbial berbeda, yakni tergantung pada induk karang. RBD ditemukan di perairan Karibia Barat sedangkan “*Brown Band Disease*” ditemukan pada daerah Great Barrier Reef. Penyakit RBD dan BBD menunjukkan gejala yang sama, yaitu hilangnya jaringan karang. Penyakit ini disebabkan karena rangka karang tercemar oleh alga berfilamen dan adanya akumulasi sedimen yang dampaknya menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karang baru.



gambar 2.3-2 Red band disease

(Raymundo, 2008)

2.3.3 *White Band Disease*

White band disease (WBD) pertama kali dilaporkan pada tahun 1977 di St. Croix, Kepulauan Virgin Amerika dan umumnya terjadi pada jenis karang bercabang. Hilangnya jaringan karang yang dialami akan mengakibatkan suatu garis pada koloni karang, oleh karena itu penyakit ini disebut *white band* atau WBD. Berbeda dengan kasus BBD, pada penyakit WBD tidak ditemukan adanya kumpulan jasad renik yang konsisten yang menyebabkan ditemukannya pengelupasan pada jaringan dan rangka karang yang kosong. Pada bagian karang jenis (*Acropora cervicornis*), jaringan karang yang hilang adalah sebesar 1/8 - 1/4 inci per hari, dan rangka karang yang kosong segera ditumbuhi oleh alga berfilamen. Band rangka karang yang berwarna putih kosong yang terlihat, lebarnya dapat mencapai antara 5-10 cm. Tidak terlihat pemutihan pada koloni karang yang tersisa pada karang bercabang, walaupun koloni yang terpengaruh secara keseluruhan terlihat adanya goresan warna. Belum banyak yang diketahui mengenai penyebab dari penyakit pita putih sendiri, namun menurut pendapat (Siringoringo, 2007) ditemukan adanya kumpulan pathogen pada jaringan yang berada pada koloni karang yang dapat menyebar dari satu inang karang ke inang lain yang paling dekat. Pada saat ini para peneliti masih belum mampu mengidentifikasi peranan dari mikroorganisme yang ada pada jaringan karang yang terkena penyakit tersebut.



gambar 2.3-3 White band disease

(Raymundo, 2008)

2.3.4 *Brown Band Disease*

Penelitian mengenai *Brown band disease* di sepanjang Great Barrier Reef, Palau, Jepang dan Kepulauan Marshall, dilaporkan mengalami peningkatan yang sangat cepat bagi kematian karang. *Brown band disease* atau BrBD juga disebut dengan “band coklat”. Tingkat kematian pada koloni karang yang ditemukan pada genus *Acropora* di terumbu karang berkisar antara 0,3–9 cm/hari, yang menandakan bahwa perkembangan penyakit ini sangat bervariasi dan sangat cepat pada beberapa kasus. Epidemii sindrom ini berkembang sangat cepat dan mengakibatkan kerusakan pada koloni karang.



gambar 2.3-4 Brown band disease

(Raymundo, 2008)

2.3.5 *Bleaching*

Bleaching terjadi akibat berbagai macam faktor yang menyebabkan ekosistem menjadi tertekan, baik secara alami maupun karena antropogenik

yang menyebabkan deregenerasi atau hilangnya *zooxanthellae* pada jaringan karang. Secara umum pengertian *bleaching* adalah terpisahnya alga pada individu atau koloni yang bersimbiosis dari induk karang. Lebih lanjut Jones dkk.1998 mengatakan bahwa pemutihan karang adalah gangguan dalam proses fotosintesis *zooxanthellae* pada reaksi fotosintesis II (PSII) dan *Non-photochemical Quenching* (NPQ) yang berkaitan dengan mekanisme foto-protektif sebagai indikator tekanan panas yang dilakukan oleh setiap individu karang (Siringoringo, 2007).

Pemutihan karang terjadi akibat dari lepasnya *zooxanthellae* pada jaringan karang yang menyebabkan karang menjadi memutih dengan kehilangan pigmen warna pada koloni tersebut. Pemutihan karang terjadi dikarenakan terjadinya peningkatan suhu permukaan laut dan tingginya radiasi matahari. Peningkatan dan penurunan suhu permukaan air laut serta tingginya radiasi matahari adalah penyebab organisme karang menjadi stres dan berakibat terjadinya pemutihan karang pada koloni koloni karang di wilayah tersebut. Pemutihan karang merupakan respon dari individu atau koloni karang terhadap perubahan lingkungan yang menyebabkan keluarnya polip karang ketika terjadinya gangguan kesehatan tersebut (Riska, et al., 2019).

Pengasaman air laut juga menjadi salah satu faktor terjadinya pemutihan karang. Pengasaman air laut memiliki implikasi negatif terhadap biota laut yaitu berpotensi membatasi kemampuan kalsifikasi (pembentukan zat kapur pada organisme) dari organisme laut dalam membentuk eksoskeleton dan cangkang. Tidak hanya itu, pengasaman laut dapat menyebabkan terjadinya pemutihan karang atau keluarnya alga pada karang yang dapat berakibat pada kematian karang. Gangguan tersebut harus segera ditanggulangi agar tidak berakibat kematian pada organisme karang. Gambaran tersebut menunjukkan efek negatif dari proses pengasaman laut yang berdampak langsung pada spesies hewan laut (Kabangnga, et al., 2015).



gambar 2.3-5 Bleaching

(Raymundo, 2008)

2.3.6 *White Syndrome*

Syndrome pada karang yang terjadi di mana menyerang jaringan karang hingga berwarna putih salah satunya adalah *white syndrome* (WS). Berbeda dengan *coral bleaching*, WS terjadi akibat hilangnya jaringan hidup pada polip karang karena gangguan dari bakteri yang berasosiasi di lingkungan ekosistem terumbu karang. Penularan bakteri yang menginfeksi karang cukup cepat, tingkat jaringan karang yang hilang pada WS sebesar 1/8-1/4 inci/hari dan rangka karang yang kosong segera diganti dengan alga berfilamen. Menurut salah satu pakar penyakit karang Raymundo, *white syndrome* mematikan jaringan hidup di sekeliling karang dan meninggalkan kerangka karang yang berwarna putih (Herdiutami, 2017).



gambar 2.3-6 White Spot

(Raymundo, 2008)

WS (*White syndrome*) ditandai dengan hilangnya jaringan karang dengan ciri bercak putih atau garis tebal putih tidak teratur. Prevalensi WS merupakan jenis penyakit karang yang banyak disebabkan oleh organisme-organisme pemangsa karang. Organisme tersebut memanfaatkan jaringan sebagai makanan. Roff dalam risiko berpendapat bahwa penyakit sindrom putih atau (*White Syndrome*) adalah salah penyakit karang yang hampir ada pada semua jenis karang dan memiliki tingkat penularan yang cukup tinggi dengan perkembangan yang cukup cepat dalam merusak sel pada jaringan koloni yang diserang (Riska, et al., 2019).

2.4 Parameter Fisika Kimia Perairan

2.4.1 Kecerahan

Salah satu parameter lingkungan dari keberlangsungan hidup ekosistem terumbu karang adalah kecerahan. Kecerahan sendiri dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Kekurangan intensitas cahaya masuk dalam perairan akan berakibat mengganggu proses fotosintesis *zooxanthellae*, hal ini dapat berdampak dengan berkurangnya energi untuk karang melakukan simbiosis dengan *zooxanthellae* dan hal tersebut mengakibatkan karang menjadi rentan, karena menurunnya sistem imunitas karang dan dapat mengganggu proses pertumbuhan organisme karang. Kejernihan suatu perairan menjadi salah faktor yang memungkinkan penetrasi cahaya sampai pada lapisan yang sangat dalam, sehingga binatang karang juga dapat hidup pada perairan tersebut.

2.4.2 Kedalaman

Pada umumnya terumbu karang ditemukan pada kedalaman 3-50 meter, namun di beberapa perairan masih ditemukan hingga kedalaman 70 meter. Karang secara umum dapat tumbuh baik pada kedalaman kurang dari 20 meter. Distribusi vertikal terumbu karang hanya mencapai kedalaman efektif sekitar 10 meter dari permukaan karang submasif ataupun jenis karang bercabang subur pada kedalaman 10 meter. Kedalaman perairan berhubungan dengan intensitas cahaya matahari, dengan bertambahnya kedalaman intensitas cahaya yang masuk semakin rendah. Faktor tersebut juga didukung oleh *zooxanthellae* itu sendiri, karena *zooxanthellae* sebagai alga simbiotik

yang memerlukan cahaya dalam proses pertumbuhannya. Tanpa cahaya yang cukup, laju fotosintesis akan berkurang sehingga bersama dengan itu kemampuan karang dalam menghasilkan kalsium karbonat akan berkurang (Pangaribuan, et al., 2013).

2.4.3 Suhu

Karang hermatipik dikenal sebagai pembentuk utama terumbu karang. Karang hermatipik mampu hidup di atas suhu 18°C, namun di perairan jepang masih ditemukan karang yang bertahan hidup pada suhu 11°C-14°C. Di perairan jepang suhu di bawah 11°C hanya 75% karang yang mampu bertahan hidup. Selanjutnya dikatakan suhu optimal pertumbuhan karang berkisar 25°C hingga 29°C untuk karang hermatipik. Suhu selain mempengaruhi pertumbuhan karang juga dapat mempengaruhi laju infeksi penyakit.

Menurut (Raymundo, 2008) bahwa laju infeksi penyakit mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu. Suhu yang tinggi juga mampu menyebabkan bahwa kenaikan suhu mempengaruhi laju infeksi *black band disease* di Great Barrier reef. Dengan adanya fluktuasi suhu menyebabkan pathogen lebih ganas atau agresif sehingga karang mengalami kematian (Raymundo.2008). Menurut Ritchie dalam Raymundo bahwa pada musim panas, suhu perairan akan naik dan karang cenderung mengeluarkan lebih banyak.

2.4.4 Salinitas

Salinitas berperan penting karena mempengaruhi pertumbuhan karang dan salinitas termasuk sebagai faktor pembatas bagi karang. Pertumbuhan optimal pada karang yang baik pada kisaran 34 ‰ sampai 36 ‰. Namun karang rentan pada kisaran salinitas dibawah 27‰. Karang juga memiliki tingkat pertahanan terhadap salinitas tinggi seperti dari jenis *Acropora* dan *Porites* yang mampu bertahan hidup sampai pada salinitas 48‰. Karang sulit hidup di sekitar muara sungai atau daerah dengan salinitas mendekati 0‰ atau pantai di daratan utama (Thamrin, 2006).

2.4.5 Kadar Oksigen Terlarut (D.O)

Berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004 tentang baku mutu untuk biota laut yaitu, kadar oksigen terlarut (DO) yang optimal

bagi pertumbuhan biota perairan dengan kadar oksigen lebih dari 5 mg/l. Perairan yang memiliki kadar oksigen rendah akan menghambat pertumbuhan, bahkan dapat menyebabkan kematian pada biota. Jika suatu perairan memiliki nilai kadar oksigen terlarut (DO) kurang dari 3 mg/l, hal ini akan menyebabkan percepatan terhadap kematian pada organisme perairan (Faturohman, et al., 2016). Kadar oksigen di perairan kadarnya dipengaruhi oleh proses fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air yang lainnya berlangsung optimal karena ketersediaan cahaya matahari yang cukup. Proses lainnya yang mendukung tingginya kadar oksigen terlarut di perairan adalah di daerah pantai air dasar perairan yang mengandung banyak nutrisi mudah teraduk ke badan air yang lebih atas sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis (Pangaribuan, et al., 2013).

2.4.6 Fosfat

Fosfat merupakan nutrisi penting bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan. Fosfat dalam air laut berbentuk ion fosfat. Ion fosfat dibutuhkan pada proses fotosintesis dan proses lainnya dalam tumbuhan (bentuk ATP dan Nukleotid koenzim) (Isnaeni, et al., 2015). Nutrisi fosfat juga dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang dan biota laut lainnya, jika kandungannya pada perairan dalam kondisi yang kurang optimal. (Nybakken, 1993) menyatakan bahwa fosfat merupakan zat organik penting sebagai faktor pembatas dan digunakan *zooxanthellae* untuk tumbuh.

2.4.7 Nitrat

Nitrat merupakan unsur penting yaitu sebagai nutrisi untuk pertumbuhan biota pada ekosistem terumbu karang. Begitupun di laut, senyawa ini diperlukan oleh fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis. Akan tetapi kandungan nitrat yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan kualitas perairan, selain itu kandungan nitrat yang berlebihan dapat mengakibatkan proses pertumbuhan ganggang dan alga dengan sangat cepat. Proses tersebut biasa disebut dengan (*eutrofikasi*). Oleh karena itu diperlukannya pengukuran nitrat untuk mengetahui keseimbangan nitrat dan kualitas perairan di sekitar perairan (Faruqi, et al., 2015).

Berdasarkan KEPMEN Lingkungan Hidup no 51 tahun 2004 tentang baku mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar nutrisi nitrat yang optimal untuk biota perairan tidak melebihi dari 0.008 mg/l. Hasil yang didapatkan pada ekosistem terumbu.

2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai topik terkait adalah dilakukan, namun hanya fokus pada prevalensi atau perhitungan penyakit karang di suatu wilayah tertentu. Maka diperlukan suatu perhitungan untuk mengetahui tutupan karang yang terjangkau dan dapat digunakan sebagai acuan untuk proses penanggulangannya.

No	Tahun	Nama Penulis	Judul Penelitian	Perbedaan Dengan Peneliti
1	2019	Siti Hasma, Baru Sadarun, dan Ratna Diyah Palupi	KELIMPAHAN DAN PREVALENSI PENYAKIT KARANG DI PERAIRAN LANGARA, KONAWA KEPULAUAN, SULAWESI TENGGARA.	Pada penelitian Siti Hasma dkk hanya terfokus pada identifikasi dalam tingkat <i>life form</i> karang atau hanya mengidentifikasi dalam tingkatan bentuk karang. (Siti Hasma, et al., 2019) Sedangkan dalam penelitian yang akan saya lakukan masuk dalam tingkatan genus.
2	2016	Hazrul, Ratna Diyah Palupi, Romy Ketjulan	IDENTIFIKASI PENYAKIT KARANG (<i>SCLERACTINIA</i>) DI PERAIRAN PULAU SAPONDA LAUT, SULAWESI TENGGARA	Pada penelitian Hazrul dkk hanya terfokus pada beberapa penyakit saja seperti : White Syndromes (WS), Pink Blotch (PB), Black Band Disease (BBD), Ulcerative White Spot (UWS) pada perairan laut Saponda Sulawesi tenggara. (Hazrul, et al., 2016) Sedangkan dalam

				penelitian yang akan saya lakukan sedikit lebih luas dengan mengidentifikasi lebih banyak jenis penyakit karang.
3	2017	Muliawati Handayani, Bambang Semedi, M. Arif Asadi, Miranti Herdiutami, Rifki Novakandi, Umi Zakiyah	PREVALENSI PENYAKIT KARANG <i>WHITE BAND DISEASE</i> (WBD) DI PERAIRAN MALANG SELATAN, JAWA TIMUR	Pada penelitian Muliawati handayani dkk hanya terfokus pada penyakit karang jenis white band disease tidak menyeluruh semua penyakit karang. (Handayani, et al., 2017)
4	2018	Cilly, Ratna Diyah Palupi, Rahmadani	PREVALENSI PENYAKIT PADA KOLONI KARANG <i>SCLERACTINIA</i> DI PERAIRAN KESSILAMPE KENDARI SULAWESI TENGGARA	Pada penelitian cilly dkk hanya terfokus pada identifikasi dalam tingkat <i>life form</i> karang atau hanya mengidentifikasi dalam tingkatan bentuk karang Sedangkan dalam penelitian yang akan saya lakukan masuk dalam tingkatan genus. (Cilly, et al., 2018)
5	2020	Putu Hernanda Krishna Ariszandya, I Dewa Nyoman Nurweda Putraa, and Widiastuti	Identifikasi Jenis dan Prevalensi Penyakit Karang pada Terumbu Karang di Perairan Pemuteran	Pada penelitian hernanda dkk lingkup yang diambil terlalu luas yaitu menyeluruh semua genus karang sedangkan dalam penelitian yang akan saya lakukan hanya fokus

				terhadap karang bercabang genus <i>Acroporidae</i> (Ariszandya, et al., 2020)
--	--	--	--	---

2.6 Integrasi keilmuan

Al Qur-an telah menjelaskan tentang kerusakan di darat dan laut yang disebabkan oleh ulah manusia, sebagaimana firman Allah SWT:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

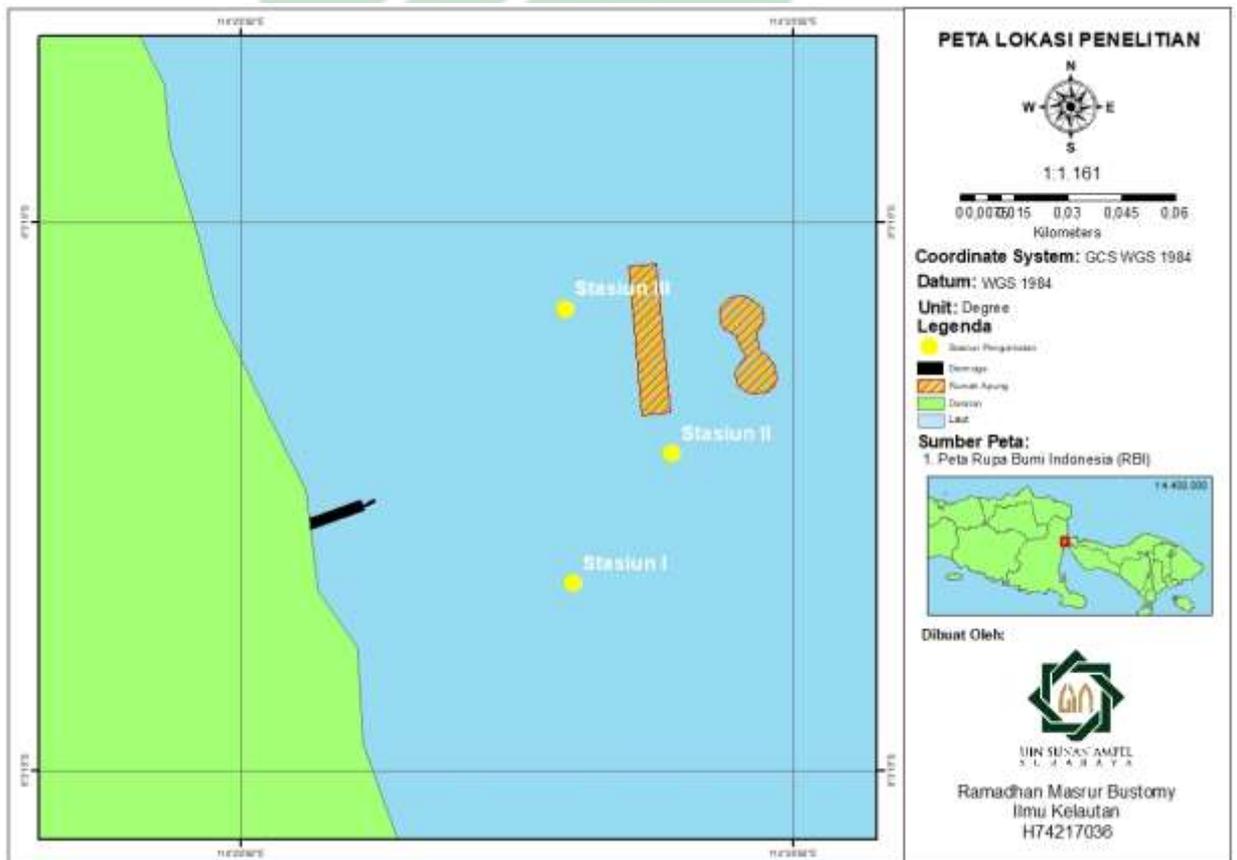
Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa kerusakan di muka bumi tidak lain disebabkan karena ulah manusia sendiri. Salah satu kalimat pada ayat tersebut menurut *ushul fiqih*, termasuk haram apabila melakukan kerusakan pada alam. Sebaliknya, dapat dipahami dari ayat tersebut bahwa kewajiban manusia untuk menjaga dan melestarikan alam. Kurang lebih 71% dari terumbu karang di Indonesia berada pada tingkat beresiko tinggi terkena dampak dari besarnya ancaman bagi terumbu karang akibat aktifitas manusia (pencemaran laut, kegiatan pariwisata, pembangunan pesisir, kondisi alam dan kebutuhan manusia yang berlebihan). Perubahan parameter lingkungan di sekitar ekosistem terumbu karang dan biota yang hidup di ekosistem tersebut. Terumbu karang di dunia sedang mengalami penurunan, dengan tutupan karang keras di terumbu karibia menurun rata-rata 80% dalam 30 tahun terakhir dan terumbu karang Indo-Pasifik diperkirakan kehilangan tutupan karang sebesar 50% selama periode yang sama (F. Joseph Pollock, 2011). Untuk itu, diperlukan upaya-upaya monitoring terhadap gangguan kesehatan ekosistem pada terumbu karang untuk mencegah kerusakan habitat lebih lanjut.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juni 2021 di wilayah perairan Bangsring pada Desa Bangsring Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi. Pengambilan data dilakukan di 3 stasiun pengamatan di sekitar Perairan Bangsring Wongsorejo Banyuwangi. Gambaran wilayah lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1-1 Lokasi Penelitian

Elevasi atau ketinggian wilayah Bangsring adalah 0-3,7 meter di atas permukaan laut. Penelitian dilakukan pada perairan Bangsring yang merupakan daerah ekowisata yang memiliki luasan sekitar 13 ha. Perairan Bangsring sendiri menyajikan beberapa wisata yang cukup menarik, untuk terumbu karangnya sendiri bisa dinikmati dengan snorkling dan juga diving.

3.2 Alat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan alat sebagai berikut.

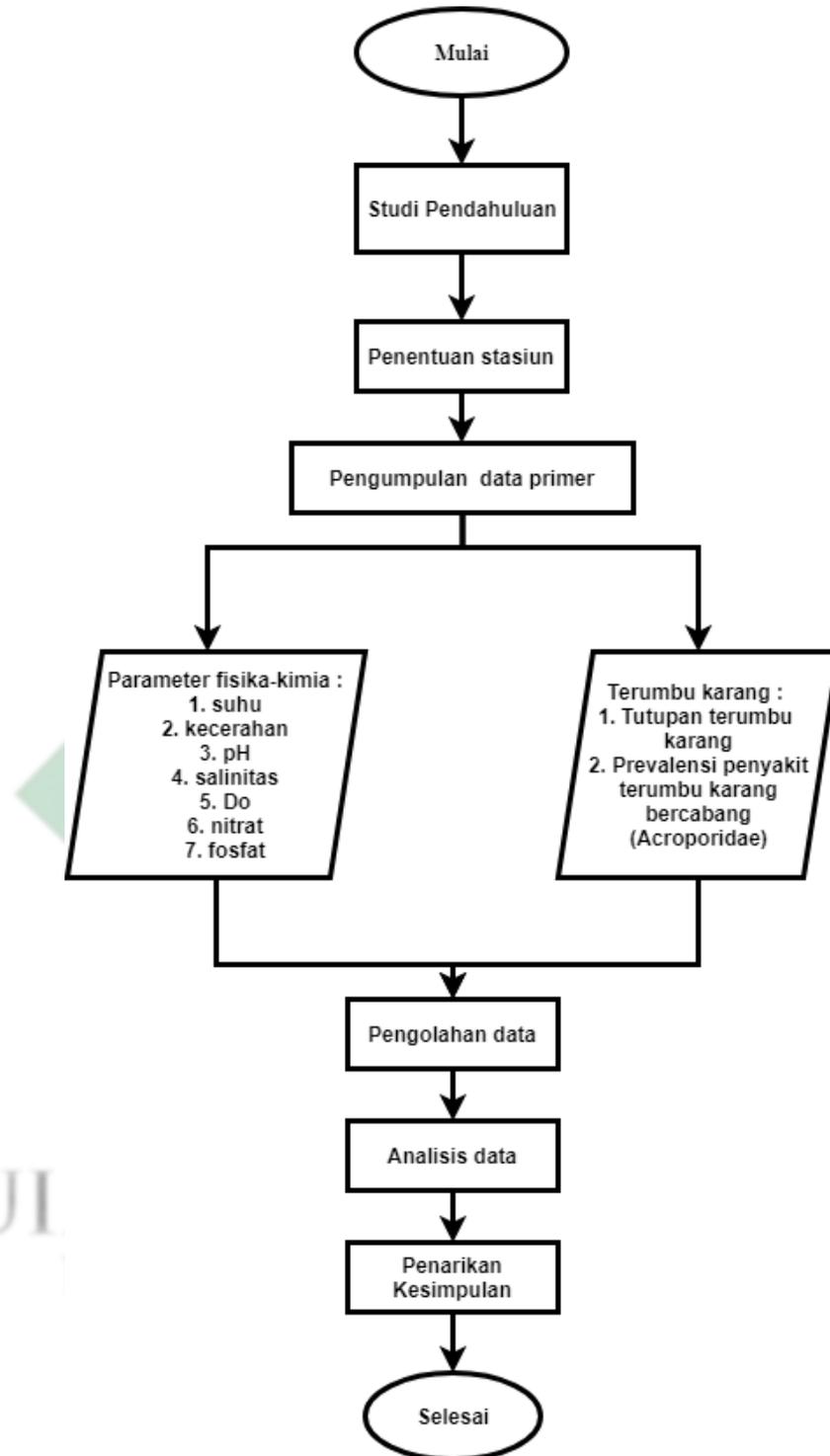
Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1	Scuba set	Alat bantu selam
2	Peralatan selam dasar Masker, snorkel, fin	Alat bantu selam
3	Arcgis	Pembuatan Peta Administrasi
4	Laptop	Pengolahan data
5	Alat tulis	Pencatatan data
6	Kertas new TOP	Pencatatan data
7	Kamera underwater	Mengambil gambar penelitian
8	Secchi disk	Mengukur kecerahan
9	Refraktometer	Mengukur salinitas
10	Ph meter	Mengukur Ph
11	DO meter	Mengukur kadar oksigen terlarut
12	Coral Hand book disease	Identifikasi penyakit karang
13	Buku identifikasi karang	Identifikasi karang
14	Spektrofotometer	Mengukur kadar nitrat
15	Spektrofotometer	Mengukur kadar fosfat
16	Botol sampel	Tempat Sampel air
17	Lakban Hitam	Penutup Sampel Pada Botol

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah studi pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisa data, dan penarikan kesimpulan.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



gambar 3.3-1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan meliputi pengumpulan informasi awal mengenai lokasi penelitian dan pencarian literatur yang dapat digunakan sebagai acuan

penunjang topik penelitian, literatur bisa berbentuk jurnal, skripsi, dan sumber ilmiah lainnya.

3.3.2 Pengumpulan Data

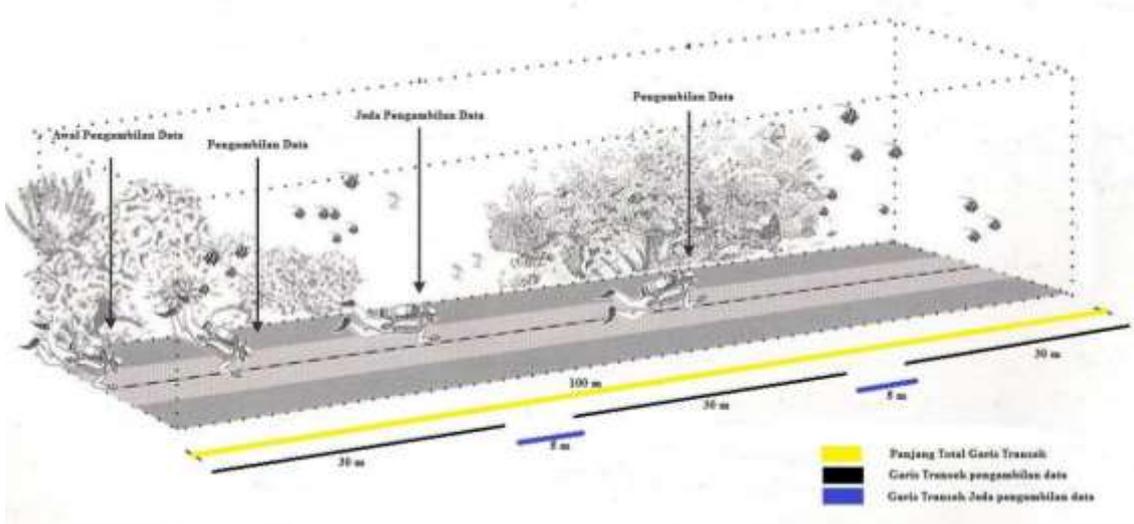
Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari data primer sesuai dengan pengambilan di lapangan. Data primer terdiri dari beberapa data seperti:

1. Data tutupan terumbu karang menggunakan metode LIT (*Line Intercept Transect*).
2. Data prevalensi penyakit karang Famili (*Acroporidae*)
3. Data Parameter fisika-kimia perairan

Penentuan stasiun menggunakan metode *Time Swim* ke lokasi penelitian. Menurut (English.1997) dalam (Eghbert, et al., 2020) *Time swim method* adalah dengan melakukan berenang selama kurang lebih 2-10 menit pada kedalaman 5-10 m secara berulang kali di area penelitian. Kemudian melakukan penentuan stasiun penelitian yang dijadikan sebagai tempat pengambilan data transek.

3.3.2.1 Pengambilan Data Penutupan Karang Hidup

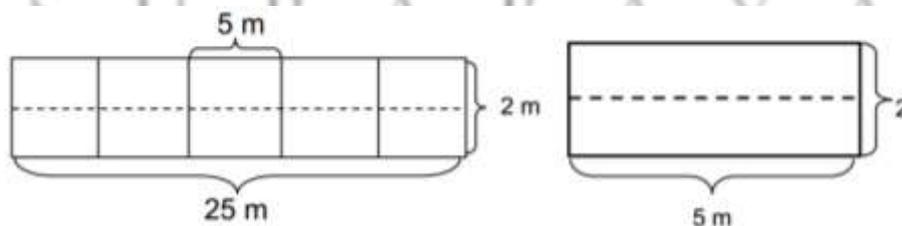
Pengambilan data penutupan karang hidup dilakukan pada 1 periode saja dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dengan transek sepanjang 30 m dengan tiga kali ulangan dengan jeda tiap pengambilan data yaitu 5 m. Metode LIT digunakan untuk menilai suatu komunitas bentik pada terumbu karang. Komunitas dicirikan dengan menggunakan kategori bentuk hidup (*life form*) yang menghasilkan deskripsi morfologi dari suatu komunitas karang. Metode ini memperkirakan penutupan suatu objek dalam suatu wilayah melalui perhitungan secara rinci dalam skala (cm) dan pada umumnya ditampilkan dalam bentuk presentase. Pengamatan dilakukan dengan cara pengamat bergerak perlahan di sepanjang transek kemudian dilakukan pencatatan bentuk hidup karang yang dilalui oleh meteran. Bentuk hidup karang (*life form*) kemudian dilakukan identifikasi berdasarkan kategori *life form* dengan menggunakan COREMAP LIPI (Suharsono, 2017).



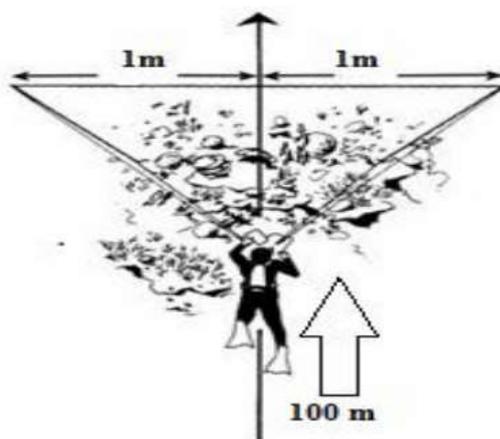
gambar 3.3-2 Metode Pengambilan Data Line Intercept Transect (LIT)

3.3.2.2 Pengambilan Data Prevalensi Karang

Pengambilan data infeksi penyakit karang dilakukan dengan menggunakan metode survei *Belt transect* dengan panjang transek 25 m, lebar transek 2m (Raymundo.2008) dan pengambilan data diambil pada 3 titik stasiun. Transek dibentangkan pada kedalaman tertentu. Sepanjang transek dilakukan perhitungan jumlah koloni karang pada tingkat genus dari famili *Acroporidae*. Identifikasi jenis karang dilakukan langsung di lapangan dan di luar lapangan dengan menggunakan (*UVC*) *Underwater Video Census* kemudian dilakukan pencatatan genus berdasarkan buku COREMAP LIPI (Suharsono, 2017) sedangkan identifikasi penyakit karang dilakukan berdasarkan *Hand Book Coral Disease* (Raymundo, 2008).



gambar 3.3-3 jalur transek sabuk



gambar 3.3-4 Metode Transek sabuk (*Belt Transect*)

3.3.2.3 Pengambilan Data Parameter Fisika dan Kimia

Data parameter lingkungan yang diambil meliputi suhu permukaan dan dasar perairan, pH, kecerahan dan salinitas perairan. Pengukuran suhu dilakukan secara *in-situ* di permukaan perairan dan kedalaman diukur di setiap stasiun pada perairan tersebut. Suhu dihitung dalam satuan Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Kecerahan perairan diukur menggunakan *Secchi disk* yang diturunkan dari permukaan laut menuju dasar perairan sehingga warna hitam dan putih yang terdapat pada piringan *Secchi disk* tidak dapat dibedakan warnanya dan didapatkan satuan meter sampai cahaya tidak bisa menembus perairan. Salinitas badan perairan dapat dilakukan dengan mengambil sampel air dari dalam badan perairan menggunakan botol dan dihitung menggunakan salinometer sehingga didapatkan nilai kandungan garam di perairan dalam satuan promil (‰). Sedangkan uji pH dilakukan dengan mencelupkan pH meter pada sampel air yang sama untuk analisis pH (Luthfi, et al., 2016).

Data parameter lingkungan lain yang diambil yaitu nitrat dan fosfat dengan pengujian secara *ex-situ* dengan cara melakukan pengambilan sampel air kemudian dilakukan pengujian menggunakan spektrofotometer. Spektrofotometer adalah metode alternatif yang diharapkan lebih simpel dan relatif akurat jika dibandingkan metode manual (Muhaemin & Moh, 2016).

3.3.3 Analisis Data

Analisis data meliputi hubungan parameter air, perhitungan penutupan karang, prevalensi, dan kelimpahan penyakit karang dari seluruh area yang diamati.

Perhitungan penutupan karang diketahui dengan persamaan berikut menurut English dkk (1994).

$$L = \frac{Li (cm)}{N (cm)} \times 100$$

L = Persentase tutupan karang

Li = Total panjang koloni karang

N = Panjang transek

Tabel 1 Kategori Tutupan Terumbu Karang

No	Kategori	Tutupan Karang Keras (%)
1	Sangat Baik	75-100 %
2	Baik	50-74,9 %
3	Sedang	25-49,9 %
4	Buruk	0-24,9 %

Kategori tutupan karang keras (*Hard coral*) menurut baku mutu dari Kementerian Lingkungan Hidup ((KEPMENLH), 2001).

Perhitungan prevalensi penyakit karang dapat diketahui dengan persamaan (Arifin, et al., 2017) sebagai berikut:

$$P = \frac{Pi (ind)}{Po (ind)} \times 100$$

P = Persentase Prevelensi

Pi = Jumlah Koloni karang yang terserang penyakit ke-i

Po = Total koloni

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek atau subjek yang diteliti sesuai dengan apa adanya,

karena tujuannya menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek yang diteliti dengan tepat (Fitri, et al., 2017). Untuk parameter fisik dan parameter kimia dilakukannya analisis uji simpangan baku (Standar deviasi). Uji simpangan baku sendiri adalah suatu analisis yang dilakukan untuk menunjukkan variasi data yang sudah diambil. Simpangan baku sendiri adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi data atau ukuran penyimpangan dari nilai rata-rata dari data tersebut (Maunah, et al., 2017).

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis korelasi. Analisis korelasi merupakan metode statistika yang digunakan untuk menentukan suatu besaran yang menyatakan bagaimana kuat hubungan suatu variabel dengan variabel lain dengan tidak mempersoalkan apakah suatu variabel dengan variabel lain. Semakin nyata hubungan linear (garis lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus antara kedua variabel atau lebih. Teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang terdapat dua yaitu Korelasi Pearson Produk Momen dan Korelasi Rank Spearman. Korelasi Pearson merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (*dependent*) dan satu variabel bebas (*independent*). Korelasi Pearson menghasilkan koefisien korelasi yang berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel tidak linear, maka koefisien korelasi pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan hubungan dua variabel yang sedang diteliti, meski kedua variabel mempunyai hubungan kuat (Safitri, 2014).

3.3.4 Penarikan Kesimpulan

Setelah semua tahapan selesai dan dianalisis, maka ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan dari penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyakit Karang Famili (*Acroporidae*)

4.1.1 Jenis Penyakit yang Menyerang Karang

Perairan Bangsring adalah perairan yang berada di ujung timur Pulau Jawa, tepatnya terletak Desa Bangsring, Kecamatan Wongsorejo, Kabupaten Banyuwangi. Perairan ini berjarak 10 km utara Pelabuhan Ketapang dan 15 km selatan Taman Nasional Baluran. Pantai Bangsring sendiri memiliki garis pantai sepanjang 596 meter dimulai dari $-8.049611^{\circ}\text{N}$ dan $114.430222^{\circ}\text{E}$ di utara hingga $-8.054747^{\circ}\text{N}$ dan $114.431086^{\circ}\text{E}$ di selatan (Asadi, 2017).

Terdapat tiga penyakit karang dan satu gangguan kesehatan yang menyerang terumbu karang pada Famili *Acroporidae* di perairan Bangsring yaitu *White Band Disease*, *White Syndrome* dan *Red Band Disease* sedangkan untuk gangguan kesehatannya adalah pemutihan karang (*bleaching*).

a. White Syndrome



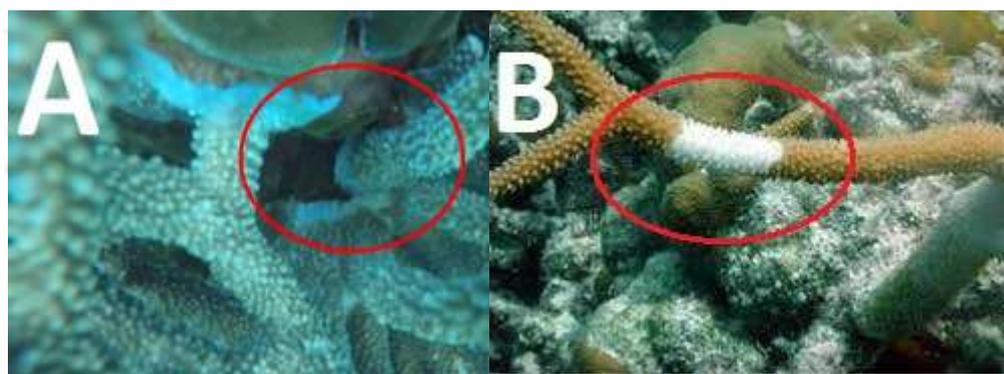
Gambar 4.1-1 Karang *Acropora* yang terinfeksi *White Syndrome*.

Keterangan gambar : (A. *White Syndrome* pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. *White Syndrome* pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008)

Penyakit yang jarang ditemukan di lokasi penelitian adalah jenis WS (*White syndrome*). Jenis penyakit ini ditemukan hanya pada stasiun 1 dan 3 di lokasi penelitian pada genus *Acropora* dan *Montipora*. WS sendiri adalah penyakit karang yang memiliki ciri-ciri hilangnya jaringan karang dengan

penampakan bercak putih atau garis tebal putih yang tidak teratur namun memiliki karakter yang jelas antara jaringan normal dan eksoskeleton karang yang terbuka. Menurut (Willis, et al., 2004) WS ditemukan menyerang terumbu karang bercabang dan karang masif, penyebab penyakit ini belum diketahui sedangkan menurut (JE, et al., 2013) pengaruh nitrogen menyebabkan terjadinya penyakit sindrom putih (*White Syndrome*) pada karang genus *porites* dan *acropora* selain nitrogen perubahan iklim yang menyebabkan kenaikan suhu permukaan air laut berakibat terjadinya pengasaman laut yang mempengaruhi pertumbuhan karang. Menurut (Work TM, 2011) menjelaskan bahwa penyakit WS disebabkan oleh organisme pemangsa karang, organisme tersebut memanfaatkan jaringan makanan sebagai makanan. Beberapa hewan seperti mahkota berduri (*Acanthaster planci*) dan (*Drupella sp*) merupakan hewan atau pemangsa organisme karang yang didapat merusak jaringan karang. Karang cenderung memiliki respon yang lebih tanggap terhadap suhu perairan. Respon awal yang terjadi yaitu terlihat hilangnya pigmen warna yang terdapat pada karang dan kejadian tersebut jika dibiarkan akan berdampak lebih serius yaitu kematian karang secara masal.

b. White Band Disease



Gambar 4.1-2 Karang *Acropora* yang terinfeksi *White Band Disease*. Keterangan gambar : (A. White Band Disease pada karang

bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. White Band Disease pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008)

WBD (*White band disease*) adalah penyakit karang yang dicirikan dengan munculnya garis atau pita berwarna putih pada permukaan koloni karang. WBD merupakan penyakit yang memiliki kesamaan dengan BBD (*Black band disease*) namun yang membedakan di antara dua penyakit ini yaitu terdapat pada lingkaran pitanya (*band*). Penyebab terjadinya WBD, masih belum banyak diketahui namun sudah ditemukan adanya kumpulan bakteri pada jaringan karang yang mampu meluas dari satu koloni ke koloni lainnya. Pada saat ini, para peneliti masih belum mengidentifikasi peranan mikroorganisme yang ada pada jaringan karang yang terkena penyakit tersebut (Siti Hasma, et al., 2019).

Hilangnya jaringan tersebut, akan mengakibatkan suatu garis atau pita pada koloni karang oleh karena itu penyakit ini disebut *white band disease* atau WBD. WBD memiliki gejala bagian depan penyakit ditandai dengan hilangnya jaringan akut linier dan melebar 2-10 cm, yang dapat membatasi cabang. Pita memisahkan jaringan sehat dari kerangka terbuka yang dikolonisasi oleh epibion. Jaringan yang berdekatan dengan kerangka yang terbuka dapat memutih dan beberapa kasus hanya diamati di *Acropora* (Raymundo, 2008).

c. Brown Band Disease

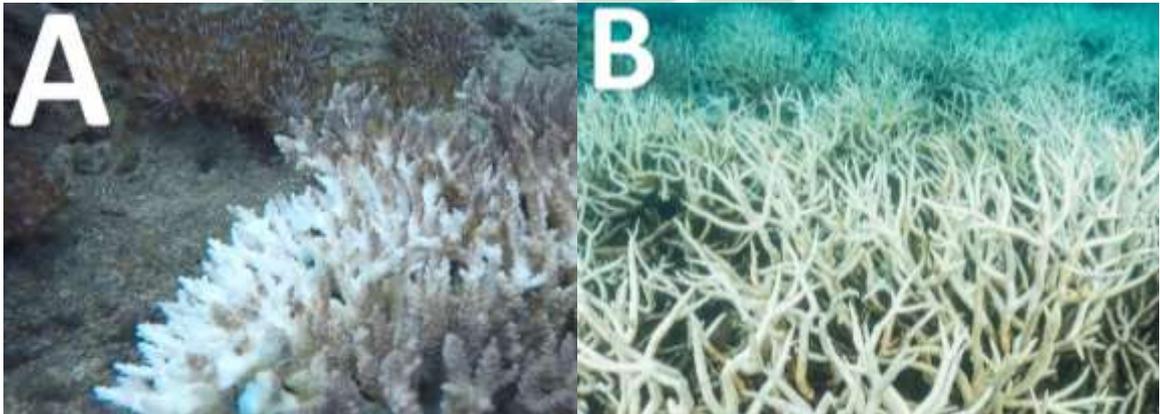


Gambar 4.1-3 Karang *Acropora* yang terinfeksi *Brown Band Disease*. Keterangan gambar : (A. *Brown Band Disease* pada karang

bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. *Brown Band Disease* pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008)

Penyakit yang menyerupai *White Band Disease* adalah *Brown Band Disease*. (Santavy & Peters.1997) melaporkan bahwa suatu “band coklat” telah menginfeksi karang di Great Barrier Reef. BrBD adalah suatu lapisan *microbial* yang berwarna coklat muda atau coklat gelap, dan warna tersebut mudah dilihat pada permukaan jaringan karang. Penyakit ini menginfeksi karang bercabang (*Acropora cervicornis*, *Acropora nobilis*, dan *Acropora prostrata*). Band nampak seperti gabungan dari *cyanobacteria* dan jasad renik yang berbeda dibanding dengan biota yang ditemukan pada BrBD (Nirwanda, et al., 2017). Selain itu, pergerakan microbial ini berbeda yakni tergantung pada induk karang. Penyakit BrBD dan RBD menunjukkan gejala yang sama, yaitu hilangnya jaringan karang. Penyakit ini disebabkan karena rangka karang tercemar oleh alga berfilamen dan adanya akumulasi sedimen, yang berdampak terhambatnya pertumbuhan karang baru (Riska, et al., 2019).

d. Bleaching



Gambar 4.1-4 Karang *Acropora* yang terinfeksi *Bleaching*.

Keterangan gambar: (A. *Bleaching* pada karang bercabang (Dokumentasi pribadi.2021) B. *Bleaching* pada karang bercabang (Raymundo dkk.2008)

Pemutihan karang terjadi akibat berbagai macam tekanan, baik secara alami maupun disebabkan antropogenik yang berdampak degenerasi atau

hilangnya *zooxanthellae* pemilik dari pigmen karang. Secara umum pengertian *bleaching* adalah terpisahnya alga simbiosis (*zooxanthellae*) dari induk karang (Wilkinson, 2000). Pemutihan karang juga disebut perubahan warna pada jaringan karang dari warna alaminya yang kecoklat-coklatan atau kehijau-hijauan menjadi warna putih pucat. Pemutihan karang dapat mengakibatkan kematian pada karang. *Bleaching* sebagai adaptasi patologis, menyediakan kesempatan bagi kembalinya alga baru pada karang. *Bleaching* terjadi akibat suhu tinggi (melebihi batas normal untuk pertumbuhan karang), radiasi ultra violet, sedimentasi, kekeruhan tinggi, dan air dingin yang tertutup. Penampilan jaringan lebih putih dibandingkan dengan jaringan yang terinfeksi penyakit (Cilly, et al., 2018).

Menurut (Siringoringo, 2007) mengatakan bahwa pemutihan karang adalah gangguan dalam proses fotosintesis *zooxanthellae* pada reaksi fotosistem II (PSII) dan *Non-photochemical Quenching* (NPQ) yang berkaitan dengan mekanisme foto-protetif sebagai indikator tekanan panas. Secara umum, dalam pertumbuhannya karang mengandung sekitar $1-5 \times 10^6$ *Zooxanthellae* cm². Ketika karang mengalami pemutihan karang umumnya kehilangan 60-90% dari *Zooxanthellae* dan tiap *Zooxanthellae* mungkin kehilangan 50-80% pigmen fotosintesis. Kondisi tersebut jika dibiarkan secara terus-menerus akan menyebabkan karang mengalami stres kemudian perlahan mati.

Pengasaman laut memberi gambaran yang menunjukkan efek negatif yang berdampak langsung pada spesies hewan laut. Pengasaman laut memiliki implikasi negatif terhadap biota laut yaitu berpotensi membatasi kemampuan klasifikasi dari organisme laut dalam membentuk eksoskeleton dan cangkang kapur. Dampak tidak hanya itu, pengasaman laut dapat menyebabkan pemutihan karang (*Bleaching*) yang kemudian diikuti pelepasan *Zooxanthellae* dan dapat berujung kematian organisme karang (Kabangnga, et al., 2015).

4.2 Prevalensi Penyakit Karang

Hasil pengukuran keseluruhan prevalensi penyakit dan gangguan kesehatan pada karang yang telah dilakukan cukup bervariasi di setiap stasiun. Kelimpahan

penyakit karang erat kaitannya dengan temperatur atau suhu, di mana ketika terjadi peningkatan suhu perairan maka kasus penyakit karang mengalami peningkatan. Terkait hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.

Table 1 Prevalensi penyakit karang

Stasiun	Jumlah total koloni karang	Jumlah koloni total terinfeksi	Penyakit karang		Prevalensi penyakit karang (%)	Total	Rata-rata
			Jenis	Jumlah koloni			
1	108	3	WS	3	2.777777778	5.555555556	10.31111111
		3	WBD	3	2.777777778		
2	143	1	WS	1	0.699300699	9.79020979	
		13	WBD	13	9.090909091		
3	154	7	WS	7	4.545454545	15.58441558	
		10	WBD	10	6.493506494		
		3	BrBD	3	1.948051948		
		4	Bleaching	4	2.597402597		

Prevalensi penyakit karang dapat dilihat pada tabel 1 presentase masing-masing stasiun pada lokasi penelitian, hasil tertinggi terdapat pada stasiun 3 yaitu 15.58% diikuti stasiun 2 sebesar 9.79% sedangkan presentase terendah dari ke 3 stasiun lokasi penelitian terdapat pada stasiun 1 dengan hasil 5.55%.

Nilai tertinggi pada stasiun 3 sebesar 15.58% dengan penyakit yang terjangkit pada karang Famili *Acroporidae* di stasiun tersebut antara lain : *White syndrome*, *White band disease*, *Brown band disease* dan *Bleaching*. Nilai dari prevalensi masing-masing penyakit juga bervariasi pada stasiun 3, prevalensi penyakit tertinggi pada stasiun 3 adalah *White band disease* dengan presentase 6.49% kemudian yang kedua penyakit *White syndrome* dengan presentase 4.54%, yang ketiga penyakit *Brown band disease* dengan presentase 1.94%, yang ketiga adalah *Bleaching* atau pemutihan karang dengan presentase 2.59% dan yang terakhir adalah penyakit *Brown band disease* dengan presentase 1.94%. *Brown band disease* atau lebih dikenal dengan BrBD adalah penyakit karang yang memiliki nilai prevalensi terendah dan hanya terjadi pada stasiun 3. BrBD ditandai dengan berubahnya warna pada karang yang terjangkit menjadi pita

coklat linier atau annular pada antar muka antara jaringan hidup dan kerangka yang terbuka, perbatasan lesi terpisah dan kehilangan jaringan dapat terjadi dengan cepat dan di mulai dari pangkal cabang tetapi dapat menyebar ke cabang yang berdekatan pada titik kontak. Penyakit BrBD paling sering terjadi pada karang dengan pertumbuhan bercabang (*Branching*) (Raymundo, 2008).

Pada stasiun dua nilai prevalensi mendapatkan presentase sebesar 9.79% pada karang famili *Acroporidae* dan genus yang terserang penyakit ada dua yaitu *Acropora* dan *Montipora*. *Acropora* dengan *life form* bercabang yang dominan terjangkit penyakit karang pada stasiun ini. Ada 13 koloni yang terjangkit penyakit yang sama, yaitu *White band disease* dan semuanya adalah genus *acropora* dengan pertumbuhan bercabang. Menurut (Haapkyla dkk.2010) dalam (Indra, 2016), karang bercabang lebih rentan terhadap penyakit karang daripada karang massif karena tipe karang bercabang mengalokasikan energi untuk tumbuh dan bereproduksi dibandingkan karang massif yang menyalurkan energinya untuk proses pemeliharaan koloni. Selain penyakit karang WBD (*white band disease*) yang muncul di tiga stasiun ada juga penyakit lain yaitu sindrom putih atau yang biasa dikenal dengan *White syndrome*. WS atau *White syndrome* ditemukan di ketiga stasiun pada lokasi penelitian, penyakit karang ini terdapat pada stasiun 1, 2 dan 3. Hasil presentase prevalensi tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan nilai 4.54% dengan jumlah koloni terjangkit 7 koloni pada genus *Acropora* dan *Montipora*. WS ditandai dengan pola kehilangan jaringan yang menyebar tanpa lapisan pita atau *band* berpigmen yang khas pada permukaannya, hilangnya jaringan yang bukan karakteristik dari pita putih dan juga pemutihan karang. Lesi yang terjadi pada skeleton menunjukkan warna putih pada awalnya dan perlahan menjadi coklat seiring dengan skeleton yang menjadi kotor. Pada *Acropora* ini dapat mencakup penyakit yang bermula di dalam koloni dan bukan di pangkal, serta penyebarannya yang tidak teratur (Riznawati, 2015).

Secara keseluruhan nilai prevalensi penyakit karang di lokasi penelitian rata-rata sebesar 10.31 (Tabel 3). Nilai ini mengandung arti dari rata-rata 135 koloni karang pada *Family Acroporidae* yang terdapat pada transek sabuk terdapat rata-rata 13-14 koloni karang yang terinfeksi penyakit dari ketiga titik lokasi penelitian. Besaran nilai prevalensi penyakit karang di perairan *Bangsring*

Underwater tersebut masih jauh lebih kecil dibanding dengan penemuan prevalensi karang di beberapa tempat di perairan Indonesia. Diantaranya Perairan Pulau Nusa Tenggara Timur yang mencapai (42%) penelitian Budianto, Perairan Pulau Panjang Jawa Tengah (73%) (Sabdono et al., 2014), Perairan Karibia di atas (20%) (Hazrul, et al., 2016).

Karang yang terjangkit merupakan suatu akibat kombinasi antara karang sebagai inang, tekanan lingkungan dan media penularan. Beberapa yang menjadi faktor biotis dari penyakit karang seperti infeksi dari virus, bakteri, fungi dan Protista. Gangguan kesehatan secara abiotis bisa dari tekanan lingkungan seperti suhu, sedimen, toksit, dan radiasi ultraviolet (putri, 2021). Terjadinya proses *bleaching* pada karang merupakan pemutihan terumbu karang yang ditandai dengan hilangnya alga *zooxanthellae* dari jaringan karang. Berbeda dengan WS, kondisi pemutihan karang masih memiliki jaringan yang hidup. Kematian karang bisa terjadi jika proses tersebut terus berlanjut. *Bleaching* memiliki hasil prevalensi dengan presentase sebesar 2.59% dan hanya terjadi pada stasiun 3 pada lokasi penelitian.

Pemutihan karang (*bleaching*) adalah perubahan warna pada jaringan karang dari warna alaminya yang kecoklat-coklatan atau kehijau-hijauan menjadi warna putih pucat. Pemutihan terjadi karena pengurangan atau kehilangan alga endosimbiotik (*zooxanthella*) pada jaringan karang, namun jaringan masih terdapat pada koloni karang. Pemutihan karang sendiri memiliki perbedaan dengan penyakit karang lainnya yaitu penampilan jaringan lebih putih dibandingkan dengan jaringan yang terinfeksi penyakit (Cilly, et al., 2018).

4.2.1 Parameter Fisika dan Parameter Kimia Perairan

Data parameter fisika yang diambil terdiri dari kecerahan dan suhu sedangkan untuk parameter kimia terdiri dari suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, nitrat dan fosfat. Proses pengambilan data parameter fisika dan kimia perairan dilakukan secara langsung dan tidak langsung, beberapa parameter dilakukan secara tidak langsung untuk mendapatkan hasil uji yang lebih akurat. Untuk analisis parameter perairan sudah dilakukannya standar deviasi atau sudah dilakukan uji simpangan baku. Simpangan baku adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi data atau ukuran standar

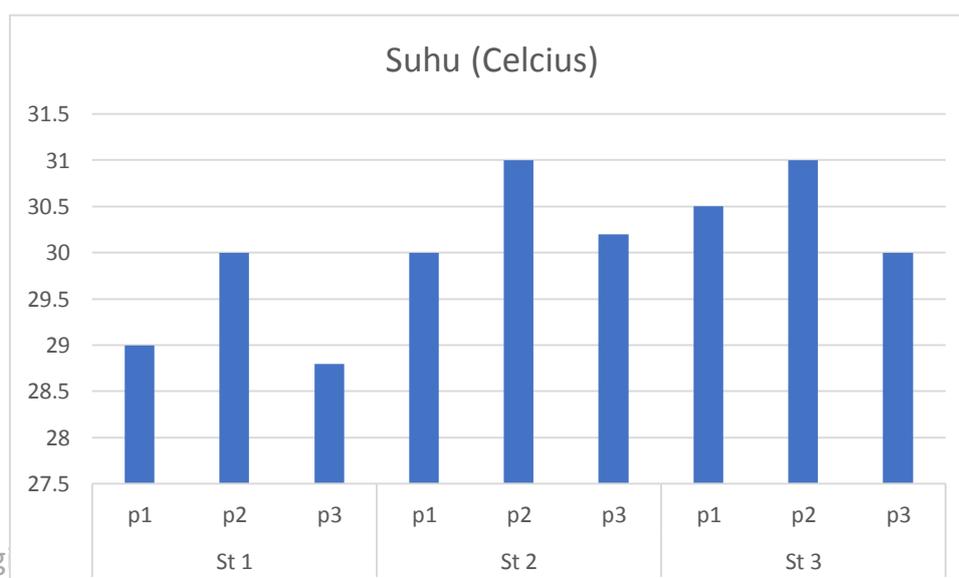
penyimpangan dari nilai rata-ratanya. Hasil pengukuran dari pengambilan data parameter sendiri dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2-1 Parameter Fisika Kimia

Parameter	Satuan	Stasiun Pengamatan			Baku Mutu
		I	II	III	
Fisika					
Suhu	°C	29.2 ± 0.64	30.4 ± 0.52	30.5±0.5	28-30
Kecerahan	m	4.48 ± 0.46	5.9 ± 0.58	6.75±0.22	>5
Kimia					
Salinitas	‰	28.4±0.71	29.5±0.71	30.6±1.15	33-34
pH	-	7.3±0.2	7.4±0.2	7.4±0.1	7-8.5
Do	mg/L	4.6±0.36	4.2±0.28	4.8±0.76	>5
Nitrat	mg/L	0.105	0.104	1.105	0.08
Fosfat	mg/L	0.012	0.014	0.012	0.015

(Sumber: Olahan Data Primer.2020)

Pengukuran parameter lingkungan fisika dan kimia di perairan Bangsring menunjukkan bahwa sebagian besar parameter yang diambil masih berada pada kisaran baku mutu perairan laut yang diatur dalam Kepmen Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 Lampiran III. Salah satu parameter yang berada di atas kisaran baku mutu adalah suhu. Suhu adalah salah satu faktor pembatas bagi kehidupan organisme akuatik khususnya terumbu karang. Suhu di wilayah stasiun 2 dan stasiun 3 mencapai 31 °C dan bila dilakukan rata-rata, suhu di ketiga lokasi penelitian adalah 30.1 °C. Kenaikan suhu air laut diatas suhu normal atau baku mutu, akan menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) sehingga menyebabkan karang kehilangan pigmen warnanya lalu berangsur-angsur menjadi berwarna putih.



Bila hal tersebut berlanjut secara terus-menerus dalam waktu beberapa minggu, akan menyebabkan kematian pada karang (Giyanto, et al., 2017).

Gambar 5 Grafik perbedaan suhu

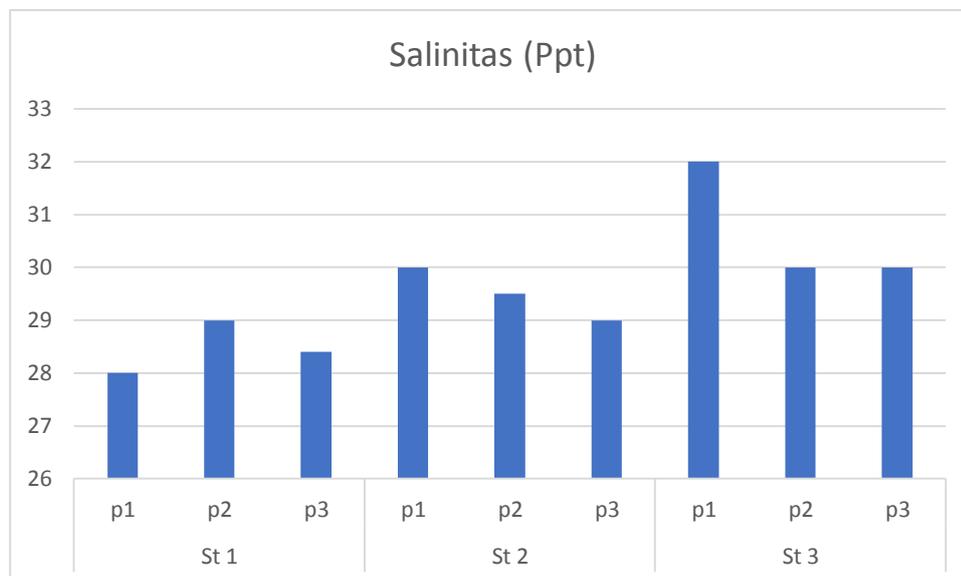
Keterangan

P : pengulangan

St : Stasiun

Hewan karang dapat bertahan hidup pada kisaran suhu antara 18-36 °C dengan suhu optimal untuk pertumbuhan adalah 26-28°C dan sebagian pada suhu <16°C dan >33.5°C, hal tersebut berbanding lurus dengan pernyataan (Burge, et al., 2014) bahwa suhu yang menghangat akan berdampak pada ketahanan, pertumbuhan, reproduksi, kesehatan dan fenologi dari organisme laut. Waktu cekaman panas juga berkontribusi terhadap terjadinya pemutihan karang secara masal dan penyebaran penyakit. Selain mempengaruhi pertumbuhan karang, suhu juga dapat mempengaruhi laju infeksi penyakit. Peningkatan laju infeksi penyakit berlangsung seiring dengan peningkatan suhu yang tinggi menyebabkan stres serta meningkatkan virulensi pathogen penyebab penyakit (Raymundo, 2008). Suhu rata-rata yang paling ideal hanya berada pada stasiun 1 yaitu nilai yang didapat 29.2°C sedangkan suhu di stasiun 2 dan stasiun 3 melebihi nilai baku mutu yang ditetapkan Kepmen Lingkungan Hidup No:51 Tahun 2004. Menurut (Mellani, et al., 2019) faktor lingkungan seperti peningkatan suhu sebesar 29.57°C menyebabkan penurunan pertumbuhan karang *Porites Lutea* pada pulau Tunda Banten. Selain itu karang cenderung memiliki respon yang lebih tanggap terhadap perubahan suhu perairan.

Salinitas menjadi salah satu faktor yang penting juga untuk keberlangsungan hidup terumbu karang. Karna terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan derajat konsentrasi garam yang terlarut dalam air, terumbu dapat bermasalah ketika mendapat perubahan salinitas rendah dan juga salinitas tinggi. Pengukuran salinitas dalam penelitian ini dilakukan secara langsung (*in-situ*) di setiap stasiun menggunakan alat refraktometer.



Gambar 6 Grafik perbedaan salinitas

Keterangan

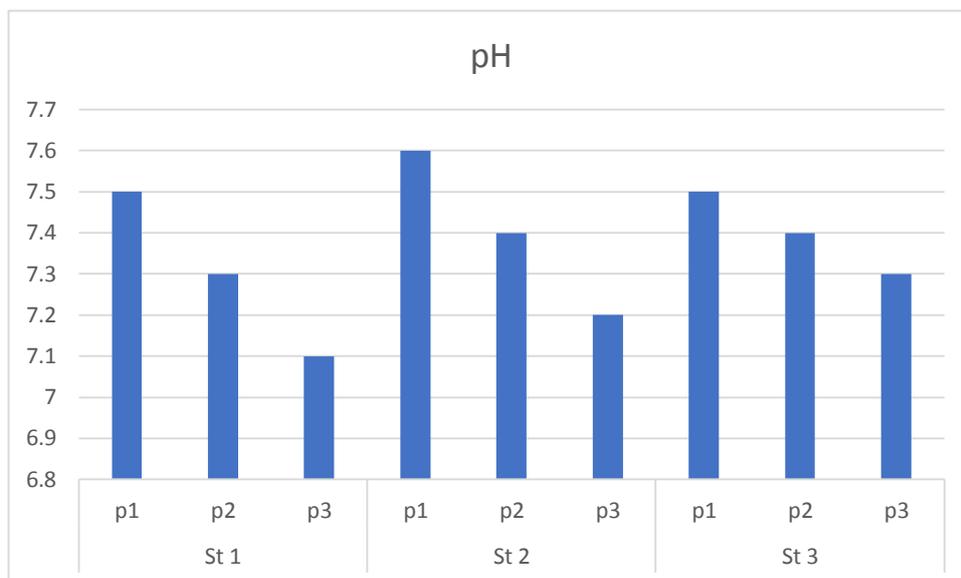
P : pengulangan

St : Stasiun

Hasil salinitas tertinggi didapat pada stasiun 3 yaitu mencapai 32 ppt dan pengukuran terendah didapat pada stasiun 1 dengan hasil 29 ppt. Kondisi tersebut di bawah dari baku mutu yang ditetapkan oleh Kepmen Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yaitu sekitar 33-36 ppt, akan tetapi (giyanto dkk.2017) berpendapat bahwa terumbu karang tetap hidup dan dapat mentolerir kadar salinitas antara 30-36 ppt namun terumbu karang rentan pada kadar salinitas 27 ppt. Dalam jenis- jenis tertentu terumbu karang memiliki pertahanan terhadap salinitas di luar kisaran tersebut, contohnya seperti pada genus *acropora* dan *porites* (putri, 2021). Meskipun dapat tumbuh dan bertahan hidup dengan salinitas melebihi atau di bawah kisaran tersebut akan tetapi kadar salinitas akan berdampak pada pertumbuhan dan tingkat imunitas dari terumbu karang dibandingkan kadar salinitas normal.

Tingkat keasaman (pH) dari ketiga stasiun menunjukkan hasil yang memenuhi kriteria baku mutu perairan menurut Kepmen Lingkungan Hidup NO 51 Tahun 2004. Tingkat keasaman air laut mempengaruhi pengendapan

logam dan sedimen, semakin tinggi nilai pH maka akan semakin mudah



terjadi akumulasi dengan logam.

gambar 7 Grafik perbandingan pH

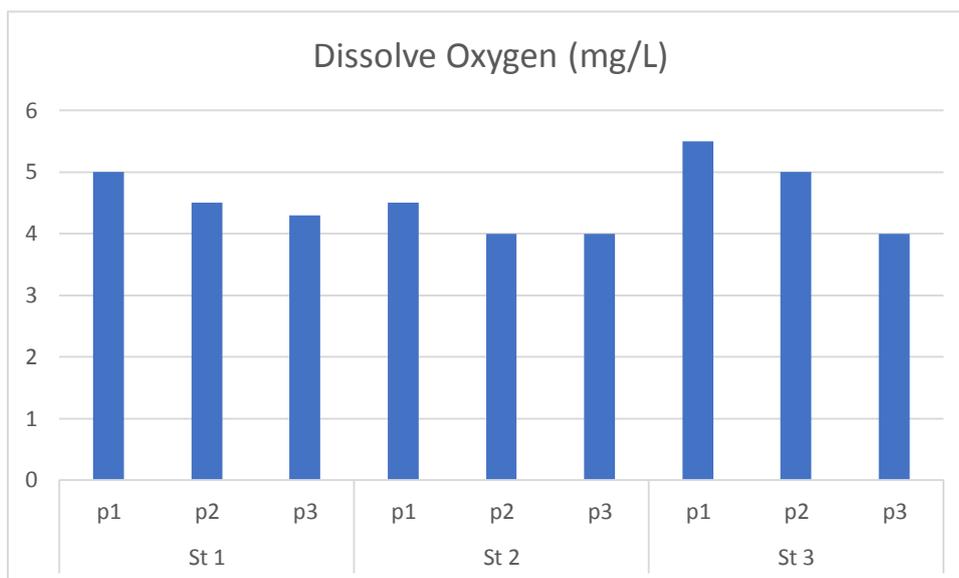
Keterangan

P : pengulangan

St : Stasiun

Peningkatan nilai pH dari muara hingga laut lepas disebabkan oleh adanya masukan limbah dari daratan (sungai) ke lingkungan perairan. Skala pH menunjukkan perbandingan konsentrasi antara ion H^+ dan OH^- . Sistem karbondioksida-asam askorbat-bikarbonat berfungsi sebagai *buffer* yang dapat mempertahankan pH air laut dalam suhu kisaran yang sempit (Nybakken.1997). Nilai derajat keasaman (pH) pada tempat penelitian berkisar antara 7.1-7.5, dimana hasil tersebut normal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang dengan ketentuan baku mutu yaitu 7-8.5.

Parameter kondisi perairan lainnya adalah Dissolve Oxygen (DO). Hasil pengukuran DO pada seluruh stasiun berada dalam kisaran yang normal yaitu 6-7.4 Mg/l, DO tertinggi didapatkan pada stasiun 1 dengan nilai 7.2 Mg/l sedangkan nilai DO terendah didapat pada stasiun 3 yaitu 6.16 Mg/l. Kadar oksigen terlarut dalam 3 stasiun penelitian pada perairan tersebut sesuai dengan standar baku mutu untuk air laut berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, yaitu >5 Mg/l.



Gambar 8 Grafik perbedaan DO

Keterangan

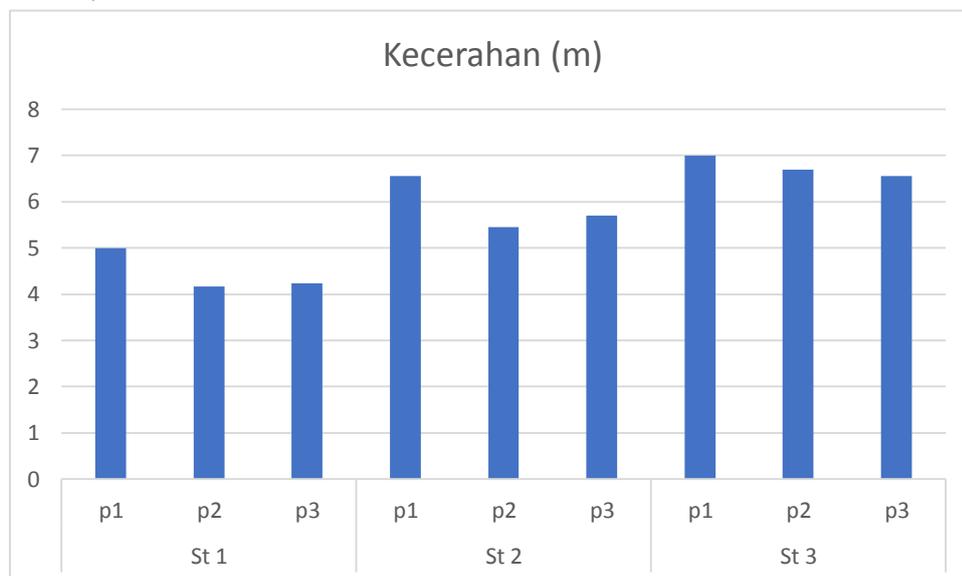
P : pengulangan

St : Stasiun

Hal tersebut berbanding lurus dengan kutipan (Faturhman, et al., 2016), bahwa jika suatu perairan memiliki nilai kadar oksigen terlarut (DO) kurang dari 3 Mg/l maka akan menyebabkan kematian pada organisme perairan. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari proses difusi dari kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung dari beberapa faktor seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut.

Tingkat kecerahan di ketiga stasiun cukup baik yaitu berkisar antara 4.24 – 7 meter dimana tingkat kecerahan optimal sesuai dengan baku mutu Kepmen Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 untuk biota laut adalah lebih dari 5 meter. Tingkat kecerahan tertinggi yaitu sebesar 7 meter terletak pada stasiun 2 sedangkan kecerahan terendah terdapat di stasiun 1 yaitu sebesar 4.24 meter. Kecerahan identik dengan jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan. Perairan yang jernih memungkinkan penetrasi cahaya sampai pada lapisan yang lebih dalam. Karang sebagian besar hidup optimal pada kedalaman 20 meter sedangkan keanekaragaman spesies yang baik ditemukan

pada daerah dangkalan yaitu di kedalaman antara 3 – 10 meter (Affandi, et al., 2015).



Gambar 9 Grafik perbedaan kecerahan

Keterangan

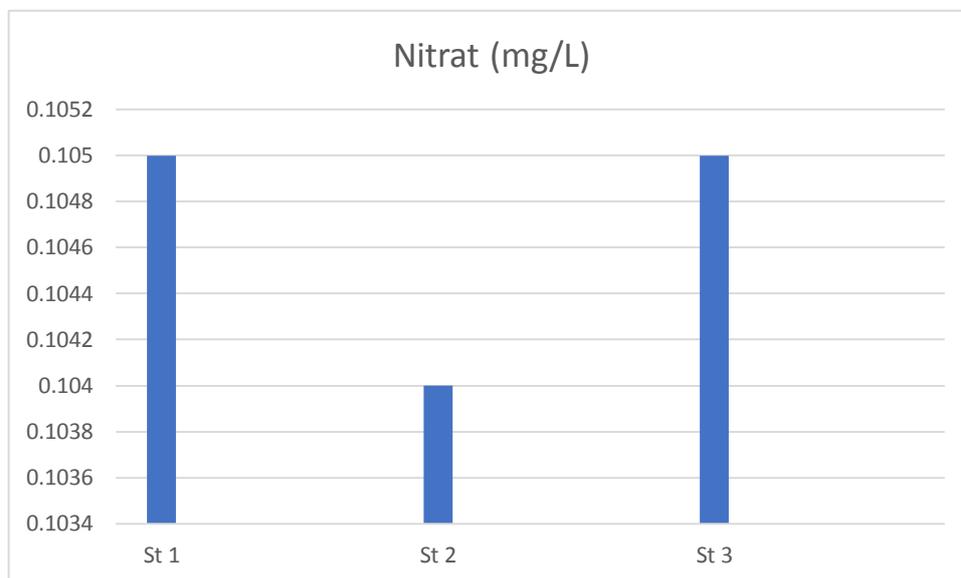
P : pengulangan

St : Stasiun

Faktor penyebab berkurangnya tingkat kecerahan salah satunya adalah kekeruhan perairan. Kekeruhan disebabkan oleh bahan organik/nonorganik yang tersuspensi dan terlarut. Kekeruhan akibat sedimentasi dapat menjadi suatu transmisi bakteri pathogen karang dari laut atau substrat daratan ke area dekat wilayah terumbu karang (F.J., et al., 2014).

Kadar nutrisi juga menjadi salah satu parameter dalam penelitian prevalensi penyakit karang di perairan Bangsring. Untuk pengujian kadar nitrat dilakukan secara *exsitu*, yaitu dengan melakukan pengujian sampel pada Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Provinsi Jawa Timur menggunakan alat spektrofotometer UV V15. Kadar nitrat di ketiga stasiun bervariasi dan hasilnya berkisar antara 0.0223-0.0973 mg/l. Kadar nitrat yang sesuai baku mutu Kepmen Lingkungan Hidup no 51 tahun 2004 untuk biota laut sendiri adalah 0.08 mg/l. Kadar nitrat pada lokasi penelitian yang melebihi baku mutu terletak pada stasiun 3 sedangkan kadar nitrat terendah pada stasiun 1 sebesar 0.0223 mg/l. Peningkatan kadar nitrat juga berakibat buruk terhadap kondisi karang di wilayah perairan. (dun dkk. 2012)

menyebutkan bahwa kontaminasi nitrat dapat mempengaruhi organisme karang, mengubah tingkat pertumbuhan, reproduksi karang, kematian karang dan kepadatan *zooxanthella*.

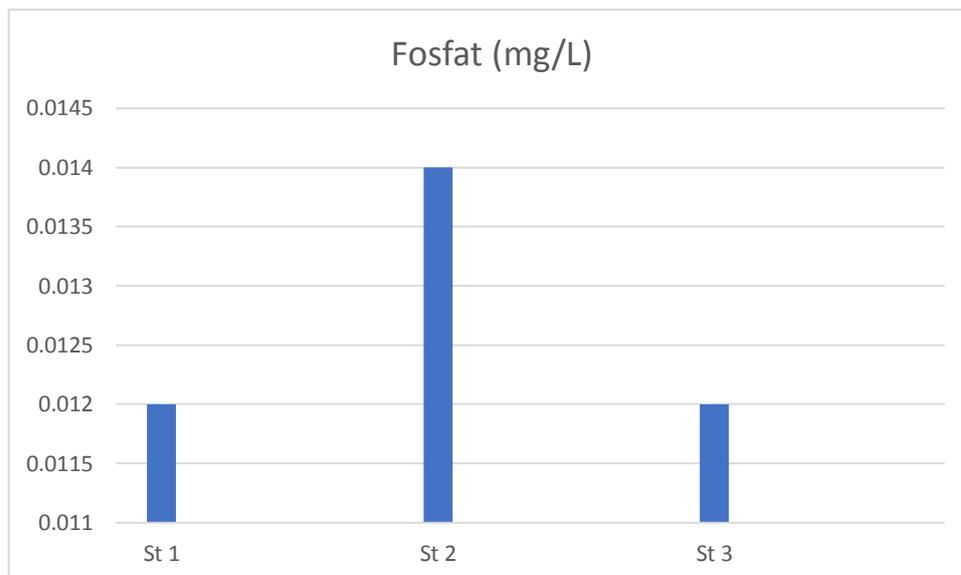


Gambar 10 Grafik perbedaan kadar nitrat

Keterangan

St : Stasiun

Parameter selanjutnya adalah fosfat. Pengujian kadar fosfat juga dilakukan secara *exsitu*, yaitu dengan melakukan pengujian sampel pada Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Provinsi Jawa Timur menggunakan alat uji spektrofotometer UV V 15. Kadar fosfat di ketiga stasiun cukup tinggi yaitu berkisar 0.0194-0.0394 mg/l. Untuk kadar fosfat sendiri yang sesuai baku mutu menurut Kepmen Lingkungan Hidup no 51 tahun 2004 untuk biota laut sendiri adalah 0.015 mg/l.



Gambar 11 Grafik perbedaan kadar fosfat

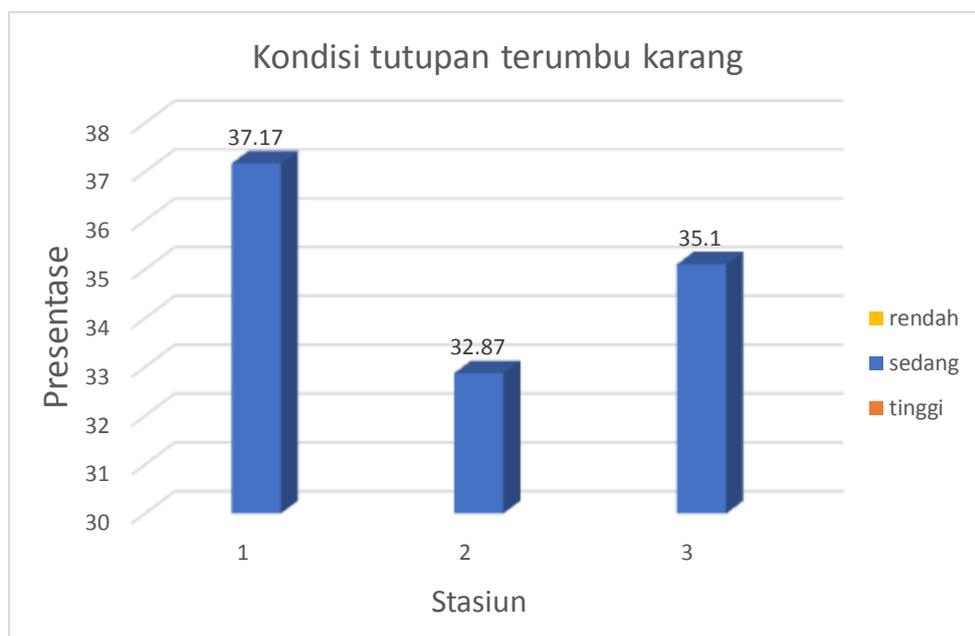
Keterangan

St : Stasiun

Kadar fosfat pada ketiga lokasi penelitian berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan. Menurut (Dedi, et al., 2016) bahwa tingginya konsentrasi nitrat dan fosfat di suatu perairan menyebabkan stress pada karang mengakibatkan semakin rendahnya tutupan terumbu karang dan semakin tinggi prevalensi penyakit karang.

4.2.2 Kondisi tutupan karang

Pengambilan data tutupan karang dilakukan dengan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dengan transek sepanjang 100 m. Metode *Line Intercept Transect* (LIT) adalah metode di mana seorang penyelam meletakkan atau membuat transek lurus dengan kondisi sejajar dengan pantai dan hasil dari metode LIT kemudian diolah untuk mengetahui penutupan dari suatu objek area dan hasilnya dinyatakan dalam bentuk presentase. Komunitas karang dibedakan menggunakan kategori *life form*. Kategori dicatat oleh penyelam yang berenang di sepanjang garis transek yang dibuat (Oktarina, 2014). Kondisi tutupan terumbu karang pada masing-masing stasiun memiliki presentase yang berbeda namun dalam kategori yang hampir sama (Gambar 4.1-1).



Gambar 4.2-12 Kondisi Tutupan Terumbu Karang

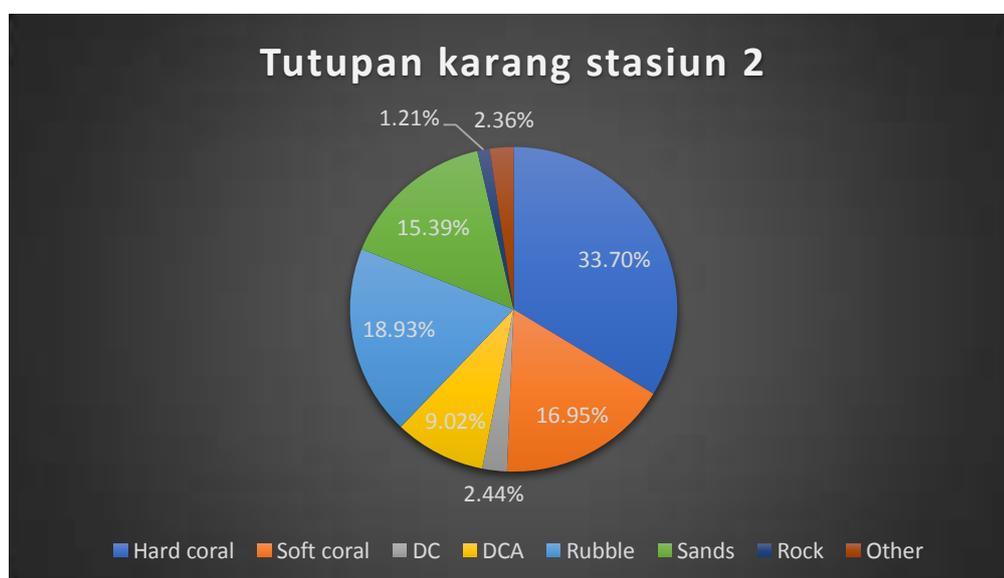
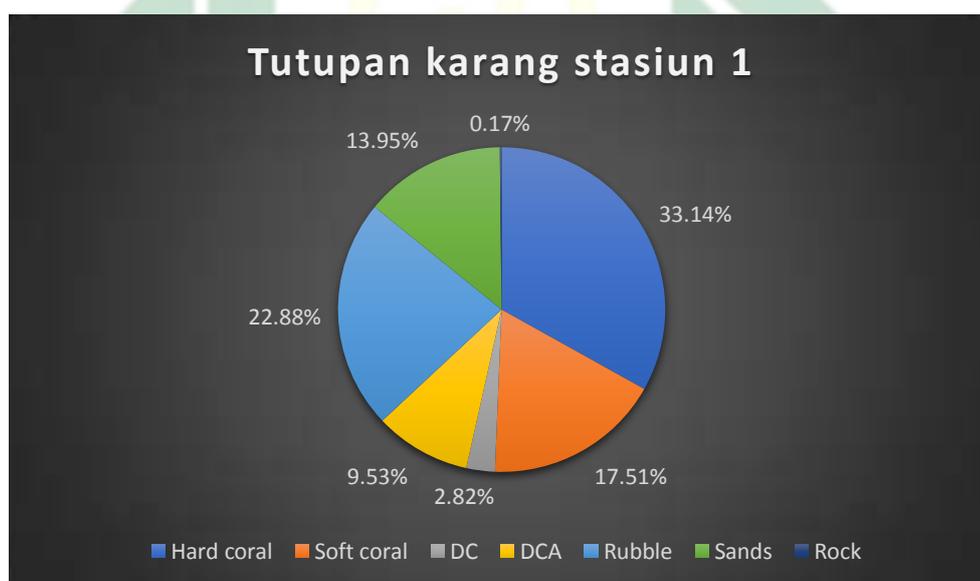
Kondisi terumbu karang pada suatu perairan dapat ditentukan dengan presentase tutupan karang hidup. Berdasarkan Kepmen Lingkungan Hidup No 4 Tahun 2004, hasil pengamatan penutupan karang yang terdapat pada Gambar 4.1-2 terlihat bahwa ketiga lokasi yang dijadikan stasiun mempunyai kondisi tutupan dengan kriteria yang sama yaitu masuk kedalam kategori sedang, dengan penutupan karang tertinggi adalah stasiun 1 dengan presentase penutupan karang hidup sebesar 37.17% (Sedang). Kemudian diikuti oleh stasiun 3 dengan presentase penutupan karang hidup sebesar 35.1% (Sedang) dan presentase penutupan terendah yaitu terdapat pada stasiun 2 dengan presentase penutupan karang hidup sebesar 32.87%.

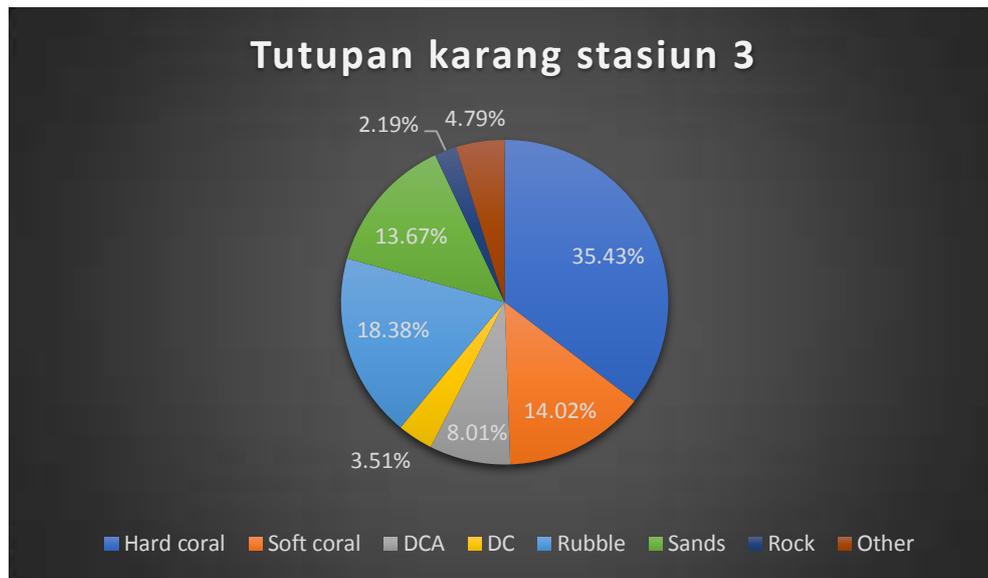
Terdapat berbagai macam faktor yang memengaruhi tingginya presentase tutupan karang, seperti faktor lingkungan dan aktivitas manusia. Berdasarkan data kimia dan fisik, ketiga stasiun memiliki beberapa faktor lingkungan yang cukup baik, kecuali suhu. Suhu pada stasiun kedua dan ketiga memiliki nilai yang melebihi nilai baku mutu untuk kondisi optimal terhadap kesesuaian terumbu karang. Hal tersebut akan menimbulkan dampak yang buruk jika terjadi secara berkelanjutan. Kenaikan suhu pada terumbu karang dapat menyebabkan pertumbuhan karang terhambat atau juga dapat

menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) dan menyebabkan kematian pada karang (Giyanto, et al., 2017).

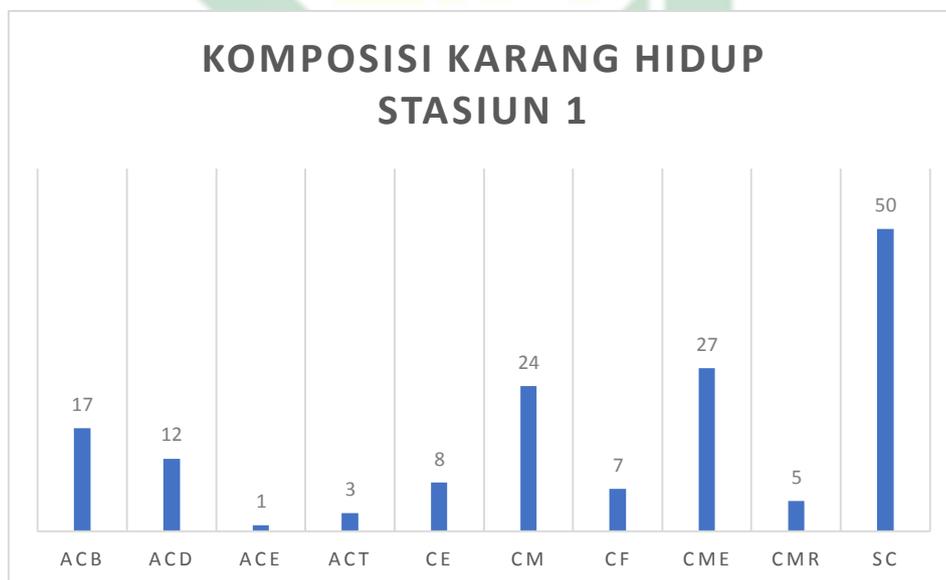
Parameter kondisi perairan lainnya adalah salinitas yaitu kadar garam terlarut dalam laut. Hasil yang diperoleh dalam pengukuran pada lokasi penelitian berkisar 29-32 ppt. Hasil tersebut tidak sesuai baku mutu menurut Kepmen Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 bahwa kadar salinitas untuk wilayah perairan yaitu 33-34 ppt akan tetapi menurut dahuri 2003 dalam pasanea 2013 hasil tersebut masih sesuai karna terumbu karang dapat tumbuh dengan baik pada salinitas 30-35 ppt (Adi, et al., 2017).

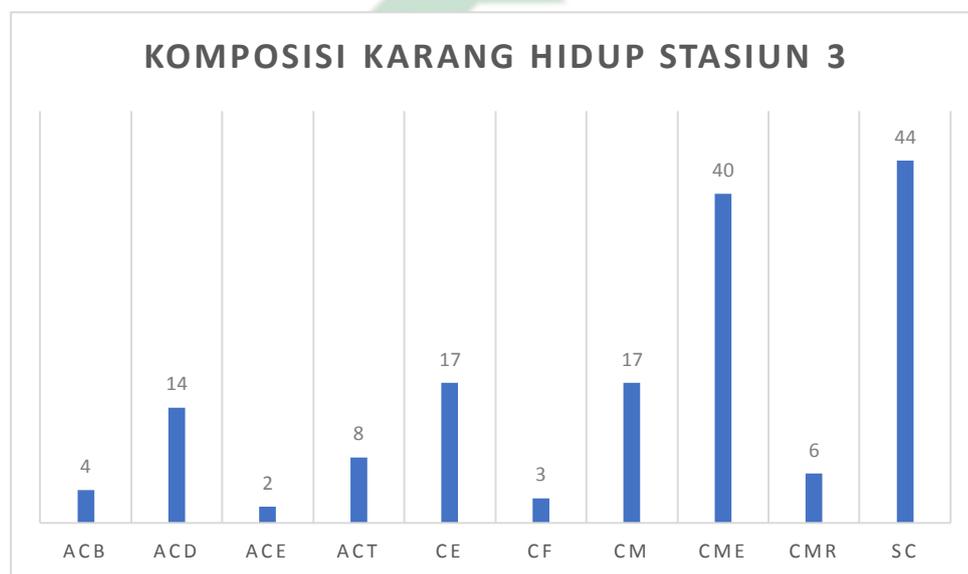
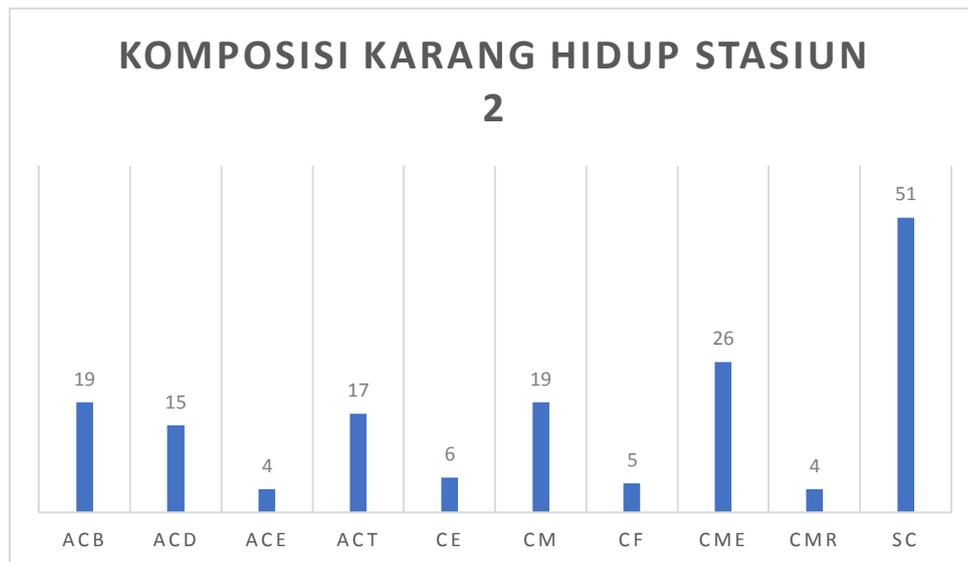
Salinitas di suatu perairan sangat menentukan penyebaran dari terumbu karang. Terumbu karang hanya dapat tumbuh pada tempat dengan kondisi salinitas yang sesuai dengan kriterianya. Meskipun terumbu karang mampu bertahan pada salinitas di luar kisaran tersebut, pertumbuhannya menjadi kurang baik bila dibandingkan dengan salinitas normal.





Gambar 4.2-13 Diagram komposisi tutupan terumbu karang pada lokasi penelitian





Gambar 4.2-14 Komposisi tutupan karang hidup pada lokasi penelitian

Keterangan : ACB: *Acropora coral branching* ; ACD: *Acropora coral digited*; ACE : *Acropota coral encrusting*; ACT : *Acropora coral tabulate*; CE : *Coral encrusting*; CM : *Coral massive*; CF : *Coral foliose*; CME : *Coral millepora*; CMR : *Coral mushroom*; SC : *Soft coral*.

Berdasarkan hasil pengamatan visual, terumbu karang yang terdapat di perairan Bangsring tumbuh dan berkembang di sepanjang pantai dan dapat tumbuh berada tidak jauh dari pantai hingga di golongan kedalam terumbu karang tepi (*freenging reef*) dan terumbu karang penghalang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sukmara, Audrie, Siahainenia, Rotinsulu (2001), bahwa terumbu karang tepi adalah tipe yang paling banyak dan mendominasi di wilayah Indonesia. Terumbu karang tepi adalah terumbu yang berada di tepi

pantai yang jaraknya kurang dari 100 meter ke arah laut (Dian, et al., 2020). Wilayah perairan Bangsring merupakan kawasan konservasi dan juga berada di antara kawasan lindung yaitu pulau Tabuhan dan pulau Menjangan yang termasuk kawasan Taman Nasional Bali Barat. Kawasan tersebut adalah kawasan yang terbatas untuk aktivitas manusia dengan tujuan untuk melindungi ekosistem di kawasan tersebut. Segala kegiatan yang berada pada perairan tersebut selalu dilakukan dengan adanya pengawasan dari pihak setempat seperti kegiatan masyarakat, penelitian dan juga wisatawan.

Perairan Bangsring selalu ramai dikunjungi wisatawan untuk kegiatan *snorkling*, *diving* dan wisata pantai seperti berenang, berjemur dan berkemah. Tingginya minat pengunjung disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya kategori pasir pantai yang bagus, ketersediaan air tawar, pantai yang cukup rindang dan ketersediaan penginapan dan juga toko untuk membeli atau menyewa keperluan kegiatan di wilayah perairan Bangsring. Berdasarkan presentase tutupan terumbu karang pada perairan Bangsring ketiga stasiun penelitian termasuk kedalam kategori terumbu karang sedang (25%-49.9%). Hasil penelitian dari (Asadi, 2017) perairan Bangsring memiliki tutupan terumbu karang masuk dalam kategori sedang dengan hasil kondisi tutupan terumbu karang sebesar 38.83%, hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan kondisi terumbu yang didapat oleh penelitian yang dilakukan yaitu kisaran 32.87%-37.17%.

Bentuk pertumbuhan yang mendominasi di lokasi penelitian adalah bentuk *Soft Coral* 4.1-4. Sesuai dengan pernyataan (Suryanti, et al., 2011), bahwa jenis karang yang dominan di suatu habitat tergantung lingkungan atau kondisi di mana karang tersebut hidup. Kesesuaian habitat biota bentik menurut penelitian yang sama pada pulau Arborek Raja Ampat, ketika kondisi tutupan di dominasi oleh *Soft coral* dapat terjadi karena banyaknya *rubble* yang cocok untuk dijadikan sebagai substrat hidup bagi *Soft coral*. Kondisi tutupan terumbu karang pada tiga stasiun penelitian memiliki presentase tutupan *rubble* yang cukup tinggi yaitu sekitar 18%-23% tutupan dari total presentase. Menurut (siringoringo, et al., 2012) karang lunak dianggap sebagai biota pengganggu karang. Kehadiran mereka mampu

mendominasi ekosistem terumbu karang. Mereka diketahui dapat memproduksi toksin yang menyebabkan kematian karang yang letaknya berdekatan, kemudian akan menempati daerah tersebut. Selain hal tersebut, ketersediaan substrat yang minim akibat dominasi karang lunak menyebabkan anakan karang susah untuk berkembang. Hal tersebut dapat mengganggu pula terhadap pemulihan karang serta pertumbuhan karang (*Hard coral*).

4.2.3 Hubungan parameter fisika-kimia dan tutupan terumbu karang dengan tingkat prevalensi

Menurut (Hatta, 2014) untuk melihat keterkaitan antar beberapa parameter (fisika, kimia dan biologi) dengan prevalensi penyakit karang, maka akan digunakan analisis korelasi pearson. Untuk melihat pengaruh parameter oseanografi terhadap sebaran penyakit karang pada perairan Bangsring. Dengan menggunakan analisis korelasi pearson, akan diketahui ada tidaknya keterkaitan sekaligus mengidentifikasi parameter-parameter mana yang lebih berpengaruh terhadap tinggi rendahnya prevalensi penyakit karang pada famili *acroporidae* di perairan Bangsring. Selain itu akan diketahui pula korelasi antar beberapa parameter baik fisika, kimia maupun biologi.

Berdasarkan tabel 5 hubungan parameter fisika-kimia perairan dan parameter biologis (tutupan terumbu karang) dengan tingkat prevalensi penyakit karang famili *Acroporidae* pada lokasi penelitian memiliki nilai positif dan negatif. Hasil pada tabel menunjukkan dengan nilai tidak sama dengan 0, maka dapat dikatakan terjadi hubungan antara masing-masing variabel. Perhatikan baris-baris Pearson korelasi yang disajikan di bawah.

Table 2 Interpretasi koefisien korelasi

No	Nilai r	Interpretasi
1	0.00-1.199	Sangat rendah
2	0.20-0.399	Rendah
3	0.40-0.599	Sedang

4	0.60-0.799	Kuat
5	0.80-1.000	Sangat kuat

Hasil pengolahan data berupa matrik tabel dan grafik korelasi yang menunjukkan hubungan antar variabel berupa korelasi positif maupun negatif dengan nilai interpretasi koefisien korelasi yang disajikan pada tabel 5.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

	<i>Suhu</i> (C0)	<i>Salinitas</i> (Ppt)	<i>pH</i>	<i>DO</i> (Mg/l)	<i>Kecerahan</i> (meter)	<i>Nitrat</i> (Mg/l)	<i>Fosfat</i> (Mg/l)	<i>prevalensi penyakit</i> <i>karang (%)</i>	<i>persentase</i> <i>penutupan</i>
Suhu (C0)	1								
Salinitas (Ppt)	0.880004	1							
pH	0.997333	0.842989	1						
DO (Mg/l)	-0.09829	0.386172	-0.17066	1					
Kecerahan (meter)	0.966282	0.972629	0.944911	0.161262	1				
Nitrat (Mg/l)	0.891316	0.999703	0.855847	0.363579	0.978002	1			
Fosfat (Mg/l)	0.07299	0.537931	0	0.985329	0.327327	0.51722974	1		
prevalensi penyakit karang (%)	0.857665	0.99898	0.807345	0.42742	0.961147	0.9975838	0.57543861	1	
persentase penutupan	-0.81496	-0.44192	-0.85509	0.656811	-0.63827	-0.4636472	0.51848502	-0.40097	1

Table 3 Korelasi Presentase prevalensi penyaki karang

Berdasarkan tabel hubungan parameter fisik, kimia dan biologi memiliki nilai positif dan negatif. Hubungan parameter perairan yang mendapatkan nilai positif dengan tingkat prevalensi penyakit karang famili *Acroporidae* adalah parameter fisika dan parameter kimia yaitu suhu, salinitas, pH, DO, kecerahan, nitrat dan fosfat. Suhu mendapatkan nilai 0.858 yang berarti masuk kedalam kategori sangat kuat dimana hasil interpretasi koefisien menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu di suatu wilayah perairan maka akan semakin tinggi pula nilai prevalensi penyakit karang di wilayah tersebut. Hasil tersebut berbanding lurus dengan penelitian dari (Furby, et al., 2014) yang menyimpulkan bahwa suhu muka air laut dapat meningkatkan pathogen virus dan menjadi salah satu dari banyaknya faktor yang menjadi penyebab ketahanan atau kekebalan (imunitas) organisme karang menjadi berkurang. Dalam penelitiannya, (Lalang, 2015) juga menyimpulkan adanya laporan bahwa jenis karang *porites* dan *acropora* mengalami penurunan pertumbuhan ketika terjadi peningkatan suhu permukaan air laut walaupun hanya mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan. Menurut (Dedi, et al., 2016) peningkatan suhu 0.5°C di daerah subtropis dapat menyebabkan pemutihan karang dan mengeluarkan simbiosis alga yang terdapat dalam koloni karang tersebut.

Koefisien yang mendapatkan kategori sangat kuat adalah nilai mendekati 1 sehingga berpengaruh nyata terhadap prevalensi penyakit karang. Salinitas mendapatkan nilai koefisien 0.998 yang berarti masuk dalam kategori koefisien sangat kuat dimana hasil interpretasi koefisien dapat diartikan semakin tinggi kadar salinitas maka akan semakin tinggi pula presentase prevalensi penyakit karang di wilayah perairan tersebut. Perubahan salinitas adalah penyebab utama dari kerusakan sel-sel penting yang berkembang secara fisiologis dari sistem perkembangan organisme karang. Namun salinitas tidak mempengaruhi tingkat atau tekanan stres pada terumbu karang. Pengaruh salinitas tidak

menunjukkan perubahan yang signifikan tetapi pengaruh salinitas dapat menyebabkan beberapa spesies karang tertentu dapat mentoleransi perubahan salinitas perairan. Menurut (D., et al., 2012) beberapa jenis karang seperti *Acropora muricata* dapat merespon perubahan salinitas pada kondisi *hypersaline* dan *hyposaline* sekalipun. Perubahan salinitas yang drastis dapat menyebabkan terjadinya pemutihan karang (*Bleaching*). Fluktuasi dari salinitas memiliki beberapa faktor penyebab dari alam seperti curah hujan, asupan air tawar dari daratan dan penyinaran matahari. Kenaikan muka air laut dapat disebabkan oleh meningkatnya salinitas yang memberi dampak yaitu peningkatan pada *sulfida* dalam sedimen. Penurunan dan peningkatan salinitas sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan di suatu daerah. Penurunan salinitas 22-25ppt menyebabkan stress pada karang sensitif.

Hasil parameter selanjutnya yang memiliki nilai positif lainnya adalah pH. pH mendapatkan nilai koefisien sebesar 0.807, menunjukkan bahwa pH atau derajat keasaman memiliki korelasi positif dan masuk dalam kategori hubungan korelasi kuat. Dari hasil analisis tersebut dapat dikatakan yaitu semakin tinggi kadar pH maka semakin tinggi pula presentase prevalensi penyakit karang pada wilayah perairan tersebut. Nilai pH pada perairan Bangsring berkisar 7.1-7.5. Kisaran pH yang didapatkan pada saat pengamatan masih dalam kategori sesuai untuk pertumbuhan karang mengacu pada baku mutu KEPMEN Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004, akan tetapi menurut (Tomascik dkk.1997) habitat yang cocok untuk pertumbuhan karang adalah pH dengan kisaran 8.2-8.5. Organisme karang dapat mentolerir pH rendah sampai dengan nilai 7 tetapi tidak dapat tumbuh dengan maksimal dalam pertumbuhannya.

Hasil parameter selanjutnya adalah masuk kedalam parameter fisik yaitu DO (oksigen terlarut). Oksigen juga memiliki korelasi positif dengan mendapatkan nilai koefisien sebesar 0.427, hasil tersebut menunjukkan bahwa DO atau oksigen terlarut masuk kedalam kategori koefisien sedang. Kisaran nilai DO pada saat pengamatan mendapatkan

hasil 4-5.5. Mengacu pada KEPMEN Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004, standar baku mutu air laut untuk biota perairan untuk DO dengan kisaran >5 mg/l untuk kehidupan organisme laut. Nilai DO pada lokasi di bawah dari baku mutu akan tetapi jika dilihat dari nilai koefisien, oksigen terlarut tidak memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai prevalensi penyakit karang. Pada hasil analisis dapat dikatakan bahwa ketika nilai dari oksigen terlarut tidak jauh atau masih mendekati nilai baku mutu, maka organisme karang masih dapat mentolerir kondisi tersebut.

Koefisien dapat dikatakan kuat jika nilai yang didapatkan adalah mendekati 1, hasil tersebut menandakan parameter tersebut berpengaruh nyata. Dalam penelitian ini salah satu parameter tersebut adalah kecerahan. Hasil koefisien kecerahan mendapatkan nilai sebesar 0.961, hasil tersebut masuk kedalam kategori kuat. Kecerahan sendiri berarti adalah intensitas cahaya yang masuk untuk dijadikan energi utama dari proses fotosintesis. Kelimpahan penyakit karang erat kaitannya dengan suhu dan intensitas cahaya, dimana ketika terjadi peningkatan suhu perairan maka kasus penyakit karang juga mengalami peningkatan. Hal tersebut sering menjadi acuan kenapa penyakit karang lebih sering menyerang karang dominan pada area dangkal di area tersebut. Kelimpahan penyakit karang biasanya terjadi pada waktu transisi antara musim kemarau ke musim hujan, dimana terdapat hubungan langsung antara peningkatan temperatur dan intensitas cahaya (Ofri., et al., 2015).

Parameter yang menjadi acuan lain yaitu dari segi nutrisi (Nitrat dan fosfat). Hasil dari masing-masing parameter tersebut bernilai positif. Nitrat mendapatkan hasil koefisien yang cukup tinggi yaitu 0.997, hasil tersebut masuk kedalam kategori yang sangat kuat. Nitrat mendapatkan kategori sangat kuat dengan nilai mendekati 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa nitrat berpengaruh nyata terhadap presentase prevalensi penyakit karang di perairan Bangsring. Fosfat mendapatkan hasil koefisien lebih rendah dari nitrat dengan sebesar 0.575, hasil tersebut masuk kedalam kategori sedang. Kedua parameter tersebut

mendapatkan hasil positif, yang berarti keterkaitan antara nitrat dan fosfat sejalan lurus dengan presentase prevalensi penyakit karang. Semakin tinggi kandungan nitrat dan fosfat maka akan semakin tinggi pula presentase prevalensi penyakit karang di perairan Bangsring. Menurut (Kunts dkk.2005) dalam (Dedi, et al., 2016), Peningkatan dan penurunan konsentrasi nitrat dan fosfat dapat menyebabkan terjadinya pemutihan karang dan kematian secara spasial di beberapa karang tepi. Pengayaan nutrien pada suatu perairan tergantung pada tinggi rendahnya konsentrasi nitrat dan fosfat yang terdapat di perairan tersebut. Kisaran konsentrasi nitrat yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme karang yaitu 0.015 mg/l sedangkan untuk kisaran fosfat 0.080 mg/l. Nilai konsentrasi dari hasil analisis, kisaran nitrat 0.022-0.0973 mg/l. Nilai konsentrasi kadar fosfat pada lokasi penelitian berkisar 0.19-0.039 mg/l. Nilai konsentrasi kadar nitrat mengalami penurunan atau di bawah standar baku mutu yang ditetapkan sedangkan pada kadar fosfat mengalami kelebihan batas dari baku mutu yang ditetapkan sebagai acuan untuk menjaga kesehatan biota laut (organisme karang) di suatu perairan (J.G, et al., 2012). Kontaminasi konsentrasi fosfat dan nitrat yang berlebih dapat mempengaruhi organisme karang.

Parameter terakhir adalah parameter biologi yaitu kondisiutupan terumbu karang. Koefisien yang didapatkanutupan terumbu karang pada analisis korelasi adalah bernilai negatif dan mendapatkan nilai sebesar -0.40. Koefisien tersebut masuk kedalam kategori sedang cenderung ke rendah. Menurut (Raymundo dkk.2005) keduanya memiliki pengaruh negatif dan memiliki hubungan korelasi yang lemah antarautupan karang hidup dan prevalensi penyakit karang. Interpretasi keduanya dapat diartikan bahwa semakin tinggi presentase prevalensi terumbu karang. Hal tersebut berbeda dengan (dedi & arifin.2017) yang menyatakan bahwa tingginya nilai prevalensi, diikuti dengan tingginya presentaseutupan karang hidup. Perbedaan tersebut dapat terjadi karna beberapa faktor. Salah satunya adalah adanya genus

yang mendominasi pada stasiun penelitian. Kondisi tersebut juga terjadi pada penelitian (Fahlevy, et al., 2019) yang menunjukkan bahwa penyakit karang tertentu memiliki prevalensi tinggi pada karang hidup yang memiliki genus rendah.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- a. Penyakit karang pada famili *Acroporidae* yang ditemukan pada stasiun penelitian antara lain adalah *White Syndrome* (WS), *White Band Disease* (WBD), *Brown Band Disease* (BrBD) dan pemutihan karang (*Bleaching*). *White Band Disease* (WBD) adalah yang paling banyak ditemukan di semua stasiun penelitian. Genus karang yang terserang penyakit pada perairan Bangsring adalah genus *Acropora* dan *Montipora*.
- b. Hasil yang diperoleh dari nilai prevalensi penyakit karang di lokasi penelitian rata-rata sebesar 10.30%, dengan presentase tersebut dapat diartikan bahwa pada masing-masing stasiun rata-rata dari 135 koloni terdapat 13-14 koloni karang yang terjangkit penyakit karang.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian secara berkala mengenai kondisi keseluruhan terumbu karang dan penyakit serta kesehatan pada terumbu karang. Peningkatan pengawasan dan perhatian penuh terhadap aktivitas-aktivitas di sekitar perairan dan pemantauan supaya ekosistem terumbu karang tetap terjaga dengan baik. Pengelolaan ekosistem terumbu yang baik dan berkelanjutan dapat dimulai dari monitoring ekosistem secara berkala, pengawasan yang cukup terhadap kegiatan pemanfaatan ekosistem sebagai wisata, serta selalu melakukan edukasi terhadap pengunjung yang akan melakukan kegiatan wisata di daerah tersebut.

Daftar Pustaka

- (KEPMENLH), K. M. L. H., 2001. *Tentang Kriteria Baku Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: s.n.
- Adi, Thovyan, I., Subariah, V. & Parenden, D., 2017. Presentase Tutupan Karang di Perairan Pasir Putih Kabupaten Manokwari. *Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, pp. 67-79.
- Affandi, J., Thamrin & Nurrachmi., I., 2015. Densitas Zooxanthella pada Karang Acropora sp. di Pulau Sironjong Gadang Kabupaten pesisir selatan provinsi Sumatera Barat. *JOMFAPERIKA*, pp. 1-10.
- Alik, r., 2020. *Jenis-jenis Karang Di Perairan Teluk Ambon*. AMBON: LIPIpress.
- Arifin, Dedi & Taslim, 2017. Kondisi Kesehatan Karang Di Pulau-Pulau Kecil Teluk Jakarta. *JURNAL KELAUTAN NASIONAL*, pp. 175-188.
- Ariszandya, P. H. K., Putraa, I. D. N. N. & Widiastuti, 2020. Identifikasi Jenis dan Prevalensi Penyakit Karang pada Terumbu Karang di Perairan. *journal of marine or research and technology*, pp. 25-29.
- Asadi, M. A. d. A. A., 2017. Valuasi Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang Bangsring, Banyuwangi Indonesia. *ESCOFIM*, pp. 144-152.
- Burge, et al., 2014. Climate Change Influences on Marine Infectious Disease: Implications for Management and Society. B.L. Willis, S.E. Ford and C.D. Harvell. *Annual Reviews of Marine Science*, pp. 1-129.
- Cilly, Palupi, R. D. & Rahmadani, 2018. Prevalensi Penyakit Pada Koloni Karang Scleractinia. *Sapa Laut*, pp. 17-23.
- D., S. et al., 2012. Up-regulation of Hsp60 in response to skeleton eroding band disease but not by algal overgrowth in the scleractinian coral *Acropora muricata*. *marine environmental research*, pp. 34-39.
- Dedi, p.zamani, n. & arifin, t., 2016. Hubungan Parameter Lingkungan Terhadap Gangguan Kesehatan Karang di Pulau Tunda - Banten. *jurnal kelautan nasional*, pp. 105-118.
- Dian, S., PERANGIN-ANGIN, R. & MUSTASIN, 2020. Ekosistem Terumbu Karang Pulau Arborek Raja Ampat. *JURNAL Airaha*, pp. 63-70.

Eghbert, et al., 2020. Bakteri Pada Karang Scleractinia Di Kawasan Perairan Bunaken, Morotai dan Raja Ampat. *jurnal pesisir dan laut tropis*, Volume 8, pp. 122-134.

F.J., P. et al., 2014. Sediment and Turbidity Associated with Offshore Dredging Increase Coral Disease Prevalence on Neardy Reefs.. *PLoS ONE* 9.

fahlevy, et al., 2019. Live Hard Coral Coverage and Coral Disease Distribution in The Ujung Kulon National park Banten Indonesia. *AACL Bioflux*.

Faruqi, I. A., Wulandari, S. Y. & Marwoto, J., 2015. Sebaran Nitrat dan Kualitas Perairan di Dermaga Pulau Parang, Karimunjawa pada saat Pasang menuju Surut. *JURNAL OSEANOGRAFI*, Volume 4, pp. 524-532.

Faturohman, I., S. & Nurruhwati., I., 2016. Hubungan Kelimpahan Planton dengan Suhu Perairan Laut di sekitar PLTU Cirebon.. *jurnal perikanan dan kelautan*, pp. 115-122.

Fitri, N., Mawardi & Kurniawan, R. A., 2017. Korelasi Antara Keterampilan Metakognisi Dengan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas X MIA SMA Negeri 7 Pontianak. *Ar-Razi Jurnal ilmiah*, pp. 81-92.

Furby, et al., 2014. incidence of lesion on fungiidae coral in the eastern red sea is related to water temperature and coastal pollution. *marine environmental research*, pp. 29-38.

Gignoux-Wolfsohn, S. A., C., Marks, J. & Vollmer, S. V., 2012. White Band Disease transmission in the threatened coral, *Acropora cervicornis*. *scientific reports*, pp. 1-3.

Giyanto, M., A., A.H., T. & B, A., 2017. Status Terumbu Karang di Indonesia 2017. *COREMAP-CTI LIPI*.

Hadi, M. R. R., 2018 . Pengembangan Ekowisata Bangsring Underwater Bagi Peningkatan Sosial Ekonomi Untuk Masyarakat Nelayan. *SKRIPSI*, 7 NOVEMBER, pp. 1-64.

Handayani, M. et al., 2017. Prevalensi Penyakit Karang White Band Disease (WBD) Di Perairan Malang Selatan Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan*, pp. 64-69.

Hatta, M., 2014. Hubungan Antara Parameter Oseanografi Dengan Kandungan Klorofil-A pada Musim Timur di Perairan Utara Papua. *TORANI jurnal ilmu kelautan dan perikanan*, pp. 29-39.

Hazrul, Palupi, R. D. & Ketjulan, R., 2016. Identifikasi Penyakit Karang (Scleractinia) Di Perairan Pulau Saponda Laut Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*, pp. 32-41.

Herdiutami, M., 2017. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endosimbion Pada Karang Porites Sehat Dan Terinfeksi White Syndrome Di Perairan Kondang Merak Malang Selatan. *skripsi*, 22 november, pp. 1-78.

Hutchings, K. M. a. h.-g., 2008. *The Great Barrief Reef*. australia: CSIRO PUBLISHING.

Indra, Z. A., 2016. Prevalensi Penyakit Band Disease pada Karang Bercabang di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton Probolinggo. *TUGAS AKHIR, 1 AGUSTUS*, pp. 1-57.

Isnaeni, N., Suryanti & Purnomo, P. W., 2015. Kesuburan Perairan Berdasarkan Nitrat, Fosfat, dan Klorofil-a di Perairan Ekosistem Terumbu Karang Pulau Karimun Jawa. *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES (MANAGEMENT OF AQUATIC RESOURCES)*, Volume 4, pp. 75-81.

J.G, D., P. S. & LaFleur., G., 2012. Effects of phosphate on growth and skeletal density in the scleractinian coral *Acropora muricata*: A controlled experimental approach. *journal of experimental marine biology and ecology*, pp. 34-44.

Jennifer, et al., 2011. Evaluating Patterns of a White-Band Disease (WBD) Outbreak in *Acropora palmata* Using Spatial Analysis: A Comparison of Transect and Colony Clustering. *plos one*, pp. 1-10.

JE, R. et al., 2013. Link between sewage-derived nitrogen pollution and coral disease severity in Guam. *Marine Pollution Bulletin*.

Kabangnga, Yaqin, K. & Arnold, 2015. Penggunaan Indeks Kondisi Kerang Hijau (*perna viiridis*) Sebagai Biomaker Untuk Mendeteksi

Pengaruh Pengasaman Laut Terhadap Toksisitas Logam PB. *Torani(jurnal ilmu kelautan dan perikanan)*, 25(0853-4489), pp. 32-38.

Lalang, 2015. Laju Pertumbuhan Linear Karang Porites Lutea Menggunakan Sinar x di Pulau Tunda Kabupaten Serang Provinsi Banten. *tesis*.

Luthfi, Wibawa, I. G. N. A. & Muzaky, O., 2016. Kualitas Air Pada Ekosistem Terumbu Karang Di Selat Sempu, Sendang Biru Malang Selatan. *JURNAL SEGARA*, pp. 26-35.

Maunah, S., Mariani, S. & Sugiman, 2017. Estimasi Skewness (Kemiringan) Dengan Menggunakan Metode Bootstrap dan Metode Jacknife. *UNNES Journal of Mathematics*, Volume 6, pp. 143-152.

Melati, A., Ken, M., Kusuma, P. D. & Nugrahaeni, R. A., 2018. Pengembangan Motif Karang Jenis Anacropora Forbesi Pada Aplikasi Batik Berbasis Web. *e-proceeding of engineering*, pp. 6297-6304.

Mellani, F., Putu, L., a, I. G. H. & a, W. K., 2019. Kondisi Kesehatan Karang Genus Porites di Perairan Jemeluk dan Penuktukan-Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, Volume 5, pp. 29-35.

Miftachul, H. et al., 2018. Karakteristik Penyakit White Band Disease dan White Syndrome Secara Visual Dan Histologi Pada Karang Acropora sp Dari Pulau Gili Labak Sumenep Madura. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, pp. 711-718.

Miller, A. a. R. L., 2011. A meta-analysis of 16S rRNA gene clone libraries from the polymicrobial black band disease of corals.. *FEMS Microbiol*, pp. 231-241.

Muhaemin & Moh, N. P. Z. d., 2016. Penggunaan Spektrofotometer Sebagai Pendeteksi Kepadatan Sel Mikroalga Laut. *MASPARI JOURNAL*, pp. 39-48.

Muller, et al., 2012. coral health and disease in the Spermonde Archipelago and Wakatobi, Sulawesi.. *Journal of Indonesia Coral reefs*, Volume 1, pp. 147-159.

Nirwanda, S., Adi, W. & Syari, I. A., 2017. Inventaris Penyakit Karang di Perairan Turun Aban Kabupaten Bangka. *sumberdaya perairan*, pp. 18-25.

Nybakken, J., 1993. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia..

Ofri., J. et al., 2015. The Distribution and Abundance of Black Band Disease and White Syndrome in Kepulauan Seribu, Indonesia.. *hayati journal of biosciences*, pp. 105-112.

Oktarina, A., 2014. Kajian Kondisi Terumbu Karang dan Strategi Pengelolaannya di Pulau Air Bangis Kabupaten Pasaman Barat. *jurnal natur indonesia*, pp. 10-23.

Pangaribuan, T. H., Ain, C. & Soedarsono, P., 2013. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Densitas Zooxhantellae pada Polip Karang Acropora sp. di Perairan Terumbu Karang Pulau Menjangan Kecil, Karimun Jawa. *DIPONEGORO JOURNAL OF MAQUARES (MANAGEMENT OF AQUATIC RESOURCES)*, Volume 2, pp. 136-145.

putri, 2021. Prevalensi Penyakit dan Gangguan Kesehatan pada Karang di Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Skripsi*, 16 april, pp. 6-59.

Raymundo, 2008. *Coral Disease Handbook*. Melbourne: gefcoral.

Raymundo, 2008. *Coral Disease Handbook: Guidelines for Assesment, Monitoring and management*. Australia: gefcoral.

Renta, P. P., Purnama, D. & negara, b. f., 2020. Prevalensi dan Jenis Penyakit Yang Menginfeksi Karang Di Perairan Pulau Enggano Bengkulu. *Jurnal Enggano*, pp. 101-112.

Riska, et al., 2019. Identifikasi Penyakit Dan Gangguan Kesehatan Terumbu Karang Di Perairan Desa Langgapulu Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *jurnal LA'OT ilmu kelautan*, pp. 63-74.

Riznawati, A. E., 2015. Prevalensi white syndrome pada karang masif di perairan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) paiton, probolinggo. *tesis*, 5 agustus, pp. 1-73.

Safitri, W. R., 2014. Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue Dengan Kepadatan

Penduduk Di Kota Surabaya Pada Tahun 2012-2014. *jurnal ilmu kesehatan*, pp. 50-59.

Siringoringo, R. M., 2007. pemutihan karang dan beberapa penyakit karang. *Oseana*, pp. 29- 37.

siringoringo, R. m., pulpi, r. d. & hadi, t. a., 2012. Biodiversitas Karang Batu (Scleractinia) di Perairan Kendari. *jurnal ilmu kelautan*, pp. 23-30.

Siti Hasma, Sadarun, B. & Palupi, R. D., 2019. Kelimpahan Dan Prevalensi Penyakit Karang Di Perairan Langara, Konawa Kepulauan, Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*, pp. 99-105.

Suharsono, 2017. *jenis-jenis karang di indonesia edisi 3*. jakarta: Puslit Oceanografi LIPI.

Suryanti, Suprihariono & Roslinawati, 2011. Pengaruh Kedalaman Terhadap Morfologi Karang di Pulau Cemara Kecil Taman Nasional Karimunjawa. *jurnal saintek perikanan*, pp. 63-69.

Willis, B., Page, C. & Dinsdale, E. A., 2004. Coral Disease on the GreaBarrier Reef In Rosenberg E, Loya Y(eds) Coral Disease and Health... pp. 69-104.

Work TM, A. G., 2011. Pathology of tissue loss (white syndrome) in Acropora sp. corals from the central pacific. *journal of invertebrate pathology*, pp. 127-131.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A