HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO

SKRIPSI



Disusun oleh

SHADA MAZIYYAH NIM. H04215009

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO

SKRIPSI



Disusun oleh

SHADA MAZIYYAH NIM. H04215009

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Shada Maziyyah

NIM : H04215009

Program Studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 29 Juli 2019 Yang menyatakan,



(Shada Maziyyah) NIM, H04215009

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : SHADA MAZIYYAH

NIM : H04215009

JUDUL : HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN

TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN

KARANG DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO

ø

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1

(Misbakhal Munir, S.Si., M. Kes)

NIP. 198107252014031002

Dosen Pembimbing 2

(Rizqi Abdi Perdanawati, M.T)

NIP. 198809262014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi di Surabaya, 18 Juli 2019

> Mengesahkan, Dewan Penguji

Penguji I

Misbakhul Munir, S.Si., M. Kes NIP. 198107252014031002 Penguji II

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T NIP. 198809262014032002

Penguji III

Noverma, M. Eng

NIP. 198111182014032002

Penguji IV

NIP. 198908242018012001

Mengetahui, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya



KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300 E-Mail: perpus@uinsby.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 : SHADA MAZIYYAH NIM : H04215009 Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / ILMU KELAUTAN E-mail address : shadamaziyyah@gmail.com Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah: ☐ Tesis Sekripsi Desertasi □ Lain-lain (.....) yang berjudul: HUBUNGAN PAREMETER FISIKA KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN

PAITON, PROBOLINGGO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif 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, 29 Juli 2019

Penulis

(Shada Maziyyah)

ABSTRAK

HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO

Oleh:

Shada Maziyyah

Wilayah perairan PLTU Paiton, Probolinggo memiliki ekosistem terumbu karang alami dengan keanekaragaman yang tinggi. Ekosistem terumbu karang dapat menjadi pengukur kualitas kondisi perairan dan menjadi habitat ikan karang ataupun biota laut lainnya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hubungan antara parameter fisika kimia air dengan tutupan karang dan struktur komunitas (kelimpahan dan keanekaragaman) ikan karang. Data yang digunakan adalah data suhu, kecerahan, salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat dan fosfat dengan transek pengambilan sampel karang dan ikan karang yaitu 3 transek. Data identifikasi terumbu karang didapat dengan menggunakan metode line intercept transect (LIT) dan data ikan karang didapatkan dengan menggunakan metode *Underwater visual census* (UVC). Hasil pengukuran parameter fisika kimia air pada ketiga transek yaitu, suhu berkisar antara 30°C - 31°C, kecerahan berkisar 3,5 – 5,7 m, salinitas berkisar antara 30% - 31%, nilai derajat keasaman (pH) berkisar antara 7 – 7,3, kadar oksigen terlarut yaitu 5,7 – 6,4 mg/l, Kandungan nitrat perairan yaitu 0.0102 - 0.103 mg/l, Kandungan fosfat perairan yaitu 0.011 - 0.25mg/l. Hasil tutupan karang pada perairan Paiton, Probolinggo di kategorikan sedang hingga baik. Kondisi struktur komunitas ikan karang pada perairan Paiton, Probolinggo tergolong banyak hingga melimpah dan keanekaragamannya tinggi. Analisis hubungan dengan Principal Component Analysis (PCA) antara parameter fisika-kimia perairan dengan tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang, untuk parameter kecerahan, salinitas, pH, DO dan nitrat mempunyai hubungan positif yaitu dimana antar variabel memiliki hubungan selaras, semakin rendah variabel X maka varabel Y akan menurun sedangkan untuk parameter suhu dan fosfat didapatkan hubungan negatif yaitu dimana antar variabel berhubungan terbalik, semakin naik variabel X maka variabel Y akan menurun.

Kata Kunci : Terumbu karang, Ikan karang, principal component analysis, PLTU Paiton



ABSTRACT

CORRELATION BETWEEN PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETER WITH CORAL COVERAGE AND CORAL REEF FISH COMMUNITY AT PAITON, PROBOLINGGO

By:

Shada Maziyyah

PLTU's sea in Paiton, Probolinggo have a natural coral reef ecosystem and have high diversity. The coral reef ecosystem is a habitat of coral reef fishes and that can be used for measure of sea condition quality. The purpose of this research is to know the correlation between the physical-chemical parameters of water with coral coverage and Community (abundance and diversity) of coral reef fish. It is use temperature, brightness, salinity, degree of acidity (pH), dissolved oxygen (DO), nitrate and phosphate with a sampling 3 stations. The coral reef lifeform identification data using the line intercept Transect (LIT) method and coral fish data using the Underwater Visual census (UVC) method. The results of the measurement of the water physical-chemical parameters in the three stations, the temperature ranges from 30 °C to 31 °C, the brightness ranges from 3.5 – 5.7 m, salinity ranges from 30%-31%, the value of acidity degrees (pH) range between 7 - 7.3, the dissolved oxygen levels are 5.7 - 6.4 mg/L, nitrate water is 0 - 0.103 mg/l, the phosphate is 0.011 – 0.25 mg/L. Coral coverage of Paiton, Probolinggo is categorized in good condition. The condition of coral reef fish community in Paiton, Probolinggo is middle to high diversity. Analysis of relations with Principal Component Analysis (PCA) shows the value of relation between all parameters of physical chemical of Paiton water to coral cover obtained positive for brightness, salinity, pH, dissolved oxygen, nitrate and negative correlation temperature and phosphate.

Keywords: Coral reef, reef fish, principal component analysis, PLTU Paiton



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan dalam rangka menyelesaikan kewajiban kami sebagai mahasiswa, yakni dalam bentuk skripsi dengan judul "HUBUNGAN PARAMETER FISIKA-KIMIA AIR DENGAN TUTUPAN KARANG DAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO". Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi dalam meraih gelar Sarjana Ilmu Kelautan.

Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

- 1. Prof. Masdar. Hilmy, S. Ag., M.A, Ph.D selaku Rektor UIN Sunan Ampel Surabaya yang telah memberi izin kepada kami untuk melanjutkan studi.
- 2. Dr. Eni Purwati, M. Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya
- 3. Asri Sawiji, M.T selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya
- 4. Misbakhul Munir, S.Si., M. Kes. dan Rizqi Abdi Perdanawati, M.T selaku Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
- 5. Kedua orang tua saya yang telah memberikan bantuan materi dan moril.
- 6. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- 7. Serta semua pihak yang telah membantu terwujudnya skripsi ini

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna, baik dari penyusunan, bahasan, maupun penulisannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, guna menjadi acuan dalam bekal pengalaman bagi kami untuk lebih baik di masa yang akan datang.

Surabaya, 29 Juli 2019

Shada Maziyyah



DAFTAR ISI

PERNY	YATAAN KEASLIANii
LEMBA	AR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
PENGE	ESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSIiv
PERNY	YATAAN PUBLIKASIv
ABSTR	AKvi
ABSTR	ACTvii
	PENGANTARviii
DAFTA	AR ISIix
DAFTA	AR GAMBARxi
DAFTA	AR TABELxii
BAB I I	PENDAHULUAN1
1.1	Latar Belakang1
1.2	Rumusan Masalah4
1.3	Tujuan4
1.4	Manfaat4
1.5	Batasan Masalah
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA7
2.1	Terumbu Karang
	2.1.1 Anatomi dan morfologi Karang
	2.1.2 Tipe-tipe pertumbuhan karang8
	2.1.3 Tipe-tipe Terumbu Karang
2.2	Ikan Karang11
	2.2.1 Pengelompokan Ikan Karang
	2.2.2 Struktur Komunitas Ikan Karang di Ekosistem Terumbu Karang.13
2.3	Parameter Fisika-Kimia Perairan
2.4	Indeks Ekologi Terumbu Karang & Ikan Karang

2.5	Metode Analisis hubungan dengan Principal Component Analysis	19
2.6	Kondisi Perairan Probolinggo	21
2.7	Penelitian Terdahulu	22
BAB II	I METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	26
3.3	Pelaksanaan Penelitian	27
	3.3.1 Skema Penelitian	27
	3.3.2 Persiapan Penelitian	27
	3.3.3 Penentuan Transek Pengambilan Data	27
	3.3.4 Pengambilan Data Primer	28
	3.3.5 Analisa Data	31
3.4	Flowchart Penelitian	35
BAB IV	/ HASIL DAN PEMBAH <mark>AS</mark> AN	37
4.1	Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan Paiton,	
	Probolinggo	37
4.2	Identifikasi karang Pada Perairan Paiton Probolinggo	42
4.3	Indeks ekologi Karang perairan Paiton, Probolinggo	49
4.4	Kelimpahan dan Indeks ekologi Ikan karang perairan Paiton	54
4.5	Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air dengan Tutupan karang dan	
	Struktur Komunitas Ikan Karang	61
BAB V	KESIMPULAN	73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	73
DAFTA	AR PUSTAKA	75
І АМРІ	RAN	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi Polip Karang	8
Gambar 2.2 Evolusi Geologis atoll karang menurut hipotesis peneggelaman Darwin.	11
Gambar 2.3 Gambaran Umum Sifat-Sifat Ikan dan Habitatnya Pada Terumbu Karang	g 14
Gambar 3. 1 Lokasi pengambilan data di perairan Paiton, Probolinggo	25
Gambar 3. 2 Contoh pengukuran dengan metode LIT	29
Gambar 3. 3 Cara menghitung sebuah koloni karang.	30
Gambar 3. 4 Cara melakukan Sensus Visual Ikan Karang	31
Gambar 3. 5 Diagram skematis area pengamatan ikan karang	
Gambar 3. 6 Flowchart proses penelitian	35
Gambar 4. 1 Lifeform karang Acropora Branching.	42
Gambar 4. 2 Lifeform karang Acropora Digitate	43
Gambar 4. 3 Lifeform karang Acropora Tabulate	44
Gambar 4. 4 Lifeform karang C <mark>oral Mushr</mark> oom	
Gambar 4. 5 L <i>ifeform</i> karang C <mark>or</mark> al Sub <mark>mas</mark> siv <mark>e</mark>	
Gambar 4. 6 L <i>ifeform</i> karang Coral Foliose	46
Gambar 4. 7 Lifeform karang <mark>Coral Encrusting </mark>	47
Gambar 4. 8 Lifeform karang Coral Massive.	48
Gambar 4. 9 diagram persentase tutupan karang hidup	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengelompokkan kondisi tutupan karang (%)	17
Tabel 2. 2 Kriteria kelimpahan ikan karang (COREMAP)	17
Tabel 2. 3 Kategori Indeks Keanekaragaman.	18
Tabel 2. 4 Kategori Indeks Dominansi.	18
Tabel 2. 5 Kategori Indeks Keseragaman.	19
Tabel 2. 6 Metanalisis Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3. 1 Daftar alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian	26
Tabel 3. 2 Daftar alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian	32
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia pada lokasi penelitian (olah da	ta,
2019)	37
Tabel 4. 2 Hasil tutupan karang pada transek I, transek II dan transek III	49
Tabel 4. 3 Indeks ekologi karang perairan Paiton, Probolinggo	52
Tabel 4. 4 Jenis dan kelimpahan ik <mark>an ka</mark> rang dan b <mark>iot</mark> a asosiasi yang ditemukan	55
Tabel 4. 5 kelimpahan ikan karan <mark>g y</mark> a <mark>ng d</mark> itemu <mark>kan</mark>	56
Tabel 4. 6 Indeks ekologi ikan k <mark>ara</mark> ng p <mark>era</mark> iran <mark>Paiton, P</mark> robolinggo	58
Tabel 4. 7 Matriks hubungan p <mark>ara</mark> meter <mark>fisi</mark> ka- <mark>kim</mark> ia p <mark>era</mark> iran dengan tutupan karang	62
Tabel 4. 8 Matriks hubungan p <mark>arameter fisika-ki</mark> mia p <mark>erai</mark> ran dengan kelimpahan ikan	
karang	65
Tabel 4. 9 Matriks hubungan p <mark>arameter fisika-ki</mark> mia perairan dengan keanekaragaman	
ikan karang	68



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unit Pembangkit Listrik di Kabupaten Probolinggo merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan uap air laut sebagai penggerak dan pendingin turbin, dimana sumber air laut berasal dari perairan di sekitarnya. Air hasil pendinginan turbin yang relatif bersuhu tinggi dialirkan ke perairan sekitarnya. Kegiatan tersebut diduga dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan sekitar. Keanekaragaman ekosistem yang ada di perairan cukup beragam salah satunya ekosistem terumbu karang yang cukup menarik dan banyaknya biota yang hidup di ekosistem ini. Kawasan perairan juga merupakan salah satu lokasi yang di gunakan untuk transplantasi terumbu karang. Potensinya yang penting untuk penyeimbang ekologi / lingkungan (konservasi) juga karena fungsinya sebagai sarana penelitian ilmu pengetahuan dan pendidikan (PT. PJB Unit Pembangkitan, 2010).

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan ekosistem organisme yang hidup di dasar perairan dangkal terbentuk dari endapan-endapan masif kalsium karbonat (CaCO₃) yang cukup kuat menahan gaya gelombang laut. Kalsium karbonat dihasilkan oleh organisme karang pembentuk terumbu (karang hermatipik) ataupun jenis-jenis karang yang mampu menghasilkan bangunan/kerangka karang (Kordi, 2010). Organisme yang menyekresi kalsium karbonat yaitu karang-karang kelas *Anthozoa*, *filum Cnidaria* (*Cnide* = sengat)/ *Coelentarata*, dan *ordo Scleractinia* yang hidup bersimbiosis dengan *zooxanthellae*, dan alga berkapur (Dahuri, 2003). Karang merupakan organisme yang memiliki produktifitas dan manfaat paling tinggi hidup di dasar perairan dangkal terutama di daerah tropis. Al Qur'an menjelaskan tentang potensi yang didapatkan dari lautan, sebagaimana firman Allah SWT:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ لِنُفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ لَأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَا

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang memikirkan" (Q.S. Al-Baqarah: 164).

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu bagian dari ekosistem laut yang penting, hal ini dikarenakan terumbu karang menjadi sumber kehidupan bagi lebih dari 500 jenis biota laut. Ekosistem terumbu karang dapat menjadi habitat lebih dari 300 jenis karang, 200 jenis ikan dan berpuluh puluh jenis moluska, krustasea, spons, alga dan biota lainnya (Dahuri, 2000). 200 jenis ikan yang hidup di ekosistem terumbu karang diantaranya yaitu ikan karang, salah satu organisme dengan jumlah terbanyak yang hidup berasosiasi dengan terumbu karang. Ikan karang mulai dari masa juvenil hingga dewasa menetap di terumbu karang, apabila terumbu karang banyak yang rusak atau hancur maka keanekaragaman ikan karang akan menurun karena rusaknya habitat ikan karang (Nybakken, 1993).

Wilayah pesisir memiliki produktivitas paling tinggi dan manfaat yang berbeda-beda. Terdapat berbagai manfaat dari perairan di suatu pesisir, salah satunya banyak spesies ikan dan terumbu karang yang hidup di wilayah ini. Namun, wilayah perairan di pesisir menjadi wilayah yang paling rentan dan berpeluang mendapat tekanan dari darat maupun dari laut itu sendiri (Balai Lingkungan Hidup (BLH) provinsi Jawa Timur, 2013). Al Qur-an telah menjelaskan tentang kerusakan di darat dan di laut yang disebabkan karena ulah manusia, sebagaimana firman Allah SWT:

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسنَبَتْ أَيْدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم

Artinya: "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)" (Q.S. Ar-Rum: 41).

Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa kerusakan di muka bumi tidak lain disebabkan karena ulah manusia sendiri. Salah satu kalimat pada ayat tersebut menurut kaidah ushul fiqh, termasuk haram apabila melakukan kerusakan pada alam. Sebaliknya, dapat dipahami dari ayat tersebut bahwa kewajiban manusia untuk menjaga dan melestarikan alam (Thobroni, 2008). Kurang lebih 71% dari terumbu karang di Indonesia berada pada tingkat beresiko tinggi terkena dampak dari besarnya ancaman bagi terumbu karang akibat aktivitas manusia (pencemaran laut, kegiatan pariwisata, pembangunan pesisir, kondisi alam, dan kebutuhan manusia yang berlebihan) (Supriharyono, 2000). Perubahan lingkungan di sekitar ekosistem terumbu karang dapat parameter mengakibatkan ancaman terhadap kesehatan terumbu karang dan biota yang hidup di ekosistem tersebut. Peristiwa El-Nino yaitu kenaikan suhu air laut dimulai dari sebelah barat Panama kemudian bergerak ke barat melintasi Samudera Pasifik mengakibatkan rusak dan matinya terumbu karang pada tahun 1979 (Pasanea, 2013). Untuk itu, diperlukan upaya-upaya pembuatan zonasi untuk merancang kawasan konservasi laut (MPA/ Marine Protect Area) dan mencegah kerusakan habitat lebih lanjut.

Kondisi fisika kimia air perairan mempengaruhi tutupan karang di suatu perairan khususnya perairan Probolinggo dan sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman jenis ikan karang di ekosistem tersebut (Saptarini dkk, 2016). Keanekaragaman ekosistem terumbu karang yang ada di perairan Paiton, Probolinggo dapat dijadikan pengukur kualitas kondisi perairan. ketersediaan keakuratan data sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi ekosistem terumbu karang di perairan, Probolinggo. Oleh sebab itu, studi mengenai hubungan parameter fisika kimia air dengan kondisi tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang pada ekosistem terumbu karang di perairan diperlukan untuk mengetahui kondisi tutupan dan hubungan antara

terumbu karang dan ikan karang di perairan Probolingo ini secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

- 1. Bagaimana parameter fisika-kimia air di perairan Paiton Probolinggo?
- 2. Bagaimana kondisi tutupan karang yang terdapat di perairan Paiton Probolinggo?
- 3. Bagaimana struktur komunitas ikan karang di perairan Paiton Probolinggo?
- 4. Bagaimana hubungan antara parameter fisika-kimia air dengan tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang di perairan Paiton Probolinggo?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang dapat diambil dari penelitian yaitu:

- 1. Mengetahui parameter fisika-kimia air di perairan Paiton Probolinggo.
- 2. Mengetahui kondisi tutupan karang di perairan Paiton Probolinggo.
- 3. Mengetahui struktur komunitas ikan karang di perairan Paiton Probolinggo.
- 4. Mengetahuhi hubungan antara parameter fisika-kimia perairan dengan tutupan karang, dan struktur komunitas ikan karang di perairan Paiton Probolinggo.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini yaitu memberikan data mengenai kondisi parameter fisika kimia air ekosistem terumbu karang di perairan Paiton Probolinggo dan kondisi tutupan karang di perairan Paiton Probolinggo serta struktur komunitas ikan karang yang kemudian data tersebut diharapkan dapat memberikan informasi kepada pembaca tentang hubungan antara parameter fisika kimia perairan dengan tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang pada ekosistem terumbu karang di perairan Paiton Probolinggo dan diharapkan untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian berkaitan dengan ikan karang di ekosistem terumbu karang perairan Paiton Probolinggo dapat menggunakan data atau informasi dari penelitian ini.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

- 1. Lokasi titik transek terumbu karang dan ikan karang dilakukan di daerah terumbu karang alami (3 titik transek) pada kedalaman 4-10 meter di perairan Probolinggo dan pengambilan data dilakukan 3 kali pengulangan.
- 2. Parameter fisika-kimia air perairan yang dianalisis meliputi suhu, kecerahan, salinitas, pH, *Disolved oxygen* (DO), Nitrat, Fosfat dan dilakukan 3 kali pengulangan.
- Data terumbu karang yang di analisis meliputi tutupan karang, keanekaragaman terumbu karang, keseragaman dan dominansi terumbu karang.
- 4. Data ikan karang di analisis meliputi kelimpahan dan keanekaragaman (struktur komunitas) ikan karang.
- 5. Ikan yang diidentifikasi adalah ikan karang sampai pada tingkat spesies yang ditemukan di lokasi transek dan terumbu karang diidentifikasi berdasarkan pada ciri-ciri morfologinya, sampai pada tingkat *life form*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem unik yang memiliki keanekaragaman yang paling tinggi di dunia. Secara biologis, terumbu karang merupakan ekosistem perairan dangkal paling produktif di perairan laut tropis. Terumbu karang ditemukan hampir di seluruh dunia, terumbu karang menjadi habitat bagi organisme yang disebut sebagai polip. Satu koloni terumbu karang dapat mengandung polip yang mampu menghasilkan kalsium karbonat dan seterusnya membentuk struktur batu karang (Nybakken, 1992).

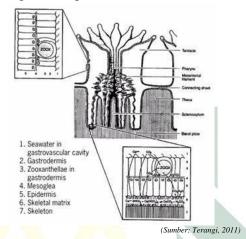
Lebih dari 500 spesies penyusun ekosistem terumbu karang telah diteliti di wilayah Indonesia dan merupakan 60% dari jenis karang dunia yang telah berhasil diidentifikasi. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu bagian dari ekosistem laut yang penting, hal ini dikarenakan terumbu karang menjadi sumber kehidupan bagi lebih dari 500 jenis biota laut. Terumbu karang merupakan tempat mencari makan dan perkembang biakan bagi biota yang berada dalam laut (Dahuri, 2000).

Terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Hewan karang, yang merupakan penyusun utama terumbu karang, terdiri dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang lunak, sedangkan skeleton merupakan bagian yang keras. Bagian polip terdapat tentakel (tangan-tangan) untuk menangkap plankton sebagai sumber makanannya. Setiap polip karang mengsekresikan zat kapur CaCO₃ yang membentuk kerangka skeleton karang (Giyanto dkk, 2017).

Karang mempunyai dua tipe, yaitu karang yang dapat menghasilkan terumbu (reef) atau membentuk bangunan kapur yang disebut karang hermatifik (hermatypic corals atau reef building corals), dan karang ahermatifik (ahermatypic corals) yang tidak dapat membentuk terumbu ataupun bangunan karang. Kemampuan menghasilkan terumbu ini disebabkan oleh adanya sel-sel tumbuhan yang bersimbiosis di dalam jaringan karang hermatifik yang dinamakan zooxanthellae. Sel-sel yang merupakan sejenis

algae tersebut hidup di jaringan-jaringan polyp karang, serta melaksanakan fotosintesis. Hasil dari aktivitas fotosintesis tersebut berupa endapan kalsium karbonat (CaCO₃), yang struktur dan bentuk bangunannya khas. Ciri ini akhirnya digunakan untuk menentukan jenis atau spesies binatang karang (Dahuri, 2003).

2.1.1 Anatomi dan morfologi Karang



Gambar 2.1 Anatomi Polip Karang

Karang memi<mark>lik</mark>i bagian-bagian tubuh terdiri dari :

- 1. Mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi untuk menangkap mangsa dari perairan serta sebagai alat pertahanan diri.
- 2. Rongga tubuh (*coelenteron*) yang juga merupakan saluran pencernaan (*gastrovascular*).

Dua lapisan tubuh yaitu ektodermis dan endodermis yang lebih umum disebut gastrodermis karena berbatasan dengan saluran pencernaan. Antara kedua lapisan terdapat jaringan pengikat tipis yang disebut mesoglea. Jaringan ini terdiri dari sel-sel, serta kolagen, dan mukopolisakarida. Sebagian besar karang, epidermis akan menghasilkan material guna membentuk rangka luar karang. Material tersebut berupa kalsium karbonat (kapur).

2.1.2 Tipe-tipe pertumbuhan karang

Karang dibedakan berdasarkan ordonya (*order scleractinia*), dikenal dengan terumbu karang hermatipik (*reef building*) dimana memerlukan cahaya untuk dapat tumbuh dan berkembang, selanjutnya juga ada yang dikenal sebagai karang bukan terumbu karang (*reef non building*)

dikenal dengan istilah ahermatipik, dimana karang tidak terantung oleh cahaya matahari untuk hidup.

Karang pembentuk terumbu adalah hewan yang pada umumnya seperti bebatuan. Karang pembentuk terumbu atau karang batu terdiri dari beragam bentuk yang memiliki ciri-ciri yang berbeda di antara jenis satu dengan yang lainnya. Menurut English, dkk (1994), bentuk pertumbuhan karang keras terbagi atas karang *Acropora* dan karang *non-Acropora*. Karang *non-Acropora* adalah karang yang tidak memiliki *axial coralite* yang terdiri atas:

- 1. *Coral Branching* (CB), memiliki cabang lebih panjang daripada diameter yang dimiliki.
- 2. *Coral Massive* (CM), memiliki bentuk seperti bola dengan ukuran yang bervariasi, permukaan karang halus dan padat. Dapat mencapai ukuran tinggi dan lebar sampai beberapa meter.
- 3. Coral Encrusting (CE), tumbuh menyerupai dasar terumbu dengan permukaan yang kasar dan keras serta memiliki lubanglubang kecil.
- 4. Coral Submassive (CS), cenderung untuk membentuk kolom kecil.
- 5. *Coral Foliose* (CF), tumbuh dalam bentuk lembaran-lembaran yang menonjol yang pada dasar terumbu, berukuran kecil dan membentuk lipatan atau melingkar.
- 6. *Coral Mushroom* (CMR), berbentuk oval dan tampak seperti jamur, memiliki banyak tonjolan seperti punggung bukit beralur dari tepi hingga pusat mulut.
- 7. Coral Millepora (CME), yaitu karang api.
- 8. Coral Heliopora (CHL), yaitu karang biru.

Sedangkan untuk karang jenis *acropora* adalah karang yang memiliki *axial coralit* dan *radial coralite*. Penggolongannya adalah sebagai berikut:

1. *Acropora Branching* (ACB), berbentuk bercabang seperti ranting pohon.

- 2. *Acropora Encrusting* (ACE), bentuk mengerak, biasanya terjadi pada karang yang belum sempurna.
- 3. *Acropora Tabulate* (ACT), bentuk bercabang dengan arah mendatar dan rata seperti meja.
- 4. *Acropora Submassive* (ACS), percabangan bentuk gada/lempeng dan kokoh.
- 5. *Acropora Digitate* (ACD), bentuk percabangan rapat dengan cabang seperti jari-jari tangan.

2.1.3 Tipe-tipe Terumbu Karang

Karang dibagi berdasarkan struktur atau jarak dengan daratan. Adapun posisi karang berada dibagi menjadi 3 jenis, yaitu (Nybakken, 1988):

1. Terumbu karang tepi (fringing reefs)

Terumbu karang tepi berkembang sepanjang pantai dan mencapai kedalaman tidak lebih dari 40 meter. Terumbu karang ini tumbuh ke atas dan ke arah laut. Pertumbuhan yang baik terdapat di bagian cukup arus, sedangkan diantara pantai dan tepi luar terumbu karang cenderung mempunyai pertumbuhan yang kurang baik, bahkan sering banyak yang mati karena mengalami kekeringan.

2. Terumbu karang penghalang (barrier reefs)

Terumbu karang tipe penghalang ini terletak di berbagai jarak kejauhan dari pantai dan dipisahkan dari pantai terbesar oleh dasar laut yang terlalu dalam (40-70 meter). Umumnya terumbu karang tipe ini memanjang menyusuri pantai dan biasanya berputar seakan-akan merupakan penghalang bagi pendatang yang datang dari luar.

3. Terumbu karang cincin (atoll)

Terumbu karang ini merupakan bentuk cincin yang melingkar. Atoll tertumpu pada dasar lautan yang di dalamnya di luar batas kedalaman karang batu penyusunnya terumbu karang dapat hidup.



(Sumber: Nybakken, 1988)

Gambar 2.2 Evolusi Geologis *atoll* karang menurut hipotesis peneggelaman Darwin.

2.2 Ikan Karang

Ikan merupakan salah satu biota laut yang termasuk vertebrata (memiliki tulang belakang), berdarah dingin dan memiliki insang. Ikan karang merupakan organisme yang hidup dan dapat ditemukan dari masa juvenil/muda hingga dewasa di ekosistem terumbu karang dan mempunyai ketergantungan terhadap terumbu karang. Ikan merupakan salah satu organisme yang memiliki jumlah terbanyak dan organisme yang paling terlihat keberadaannya (Nybakken, 1988). Keberadaan ikan karang di ekosistem terumbu karang memiliki hubungan yang erat dengan bentuk pertumbuhan terumbu karang tersebut. Perbedaan pada kondisi tutupan karang akan mempengaruhi kelimpahan dan keragaman ikan karang, terutama yang memiliki keterkaitan kuat dengan karang hidup (Chabanet dkk., 1997; Suharsono, 1996).

Bentuk morfologi, habitat yang ditinggali dan aspek biologi menunjukan bahwa ciri keragaman yang dimiliki ikan sangat tinggi. Komunitas ikan karang mempunyai kesamaan bentuk karena hidup di habitat yang sama mulai dari masa juvenil. Jumlah jenis ikan yang berhasil diidentifikasi yaitu ada 28.400 jenis ikan di seluruh dunia (Nelson, 2006). Keanekaragaman ikan karang ditandai dengan keanekaragaman jenis yang ditemukan di Indonesia. Salah satu penyebab tingginya keragaman jenis ikan karang di terumbu adalah akibat bervariasinya habitat dari biota tersebut. Tingginya keragaman ikan karang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sifat substrat yang kompleks, ketersediaan nutrisi/makanan, kualitas perairan, arus perairan, gelombang, ketersediaan tempat untuk bersembunyi, kondisi tutupan karang dan lain-lain (Bouchon-Navaro dkk., 1996).

Komunitas ikan karang di dalam suatu ekosistem terumbu karang dapat dibagi kedalam dua kelompok yaitu kelompok ikan yang sesekali terdapat pada

terumbu karang namun dan kelompok ikan yang sangat bergantung pada terumbu karang sebagai tempat mencari makan, tempat hidup dan tempat memijah (Sopandi, 2000).

2.2.1 Pengelompokan Ikan Karang

Menurut Setiapermana (1996) tingkah laku mencari makan ikan karang dapat dikelompokan menjadi 3, yaitu :

1. Ikan nokturnal

Ikan nokturnal adalah ikan yang aktif bergerak mencari makan ketika malam hari. Contoh ikan nokturnal antara lain, yaitu: Holocentridae (*swanggi*), Apogonidae (*Cardinalfishes*), Haemulidae, Priacanthidae (*bigeyes*), Muraenidae (*eels*), Serranidae (*jewfish*) dan beberapa dari suku Mullidae (*goatfishes*), dan lain-lain.

2. Ikan diurnal

Ikan diurnal merupakan ikan yang aktif bergerak mencari makan ketika siang hari. Contoh ikan diurnal antara lain, yaitu: Labridae (wrasses), Chaetodontidae (butterflyfishes), Pomacentridae (damselfishes), Scaridae (parrotfishes), Acanthuridae (surgeonfishes), Bleniidae (blennies), Balistidae (triggerfishes), Pomacanthidae (angelfishes), Monacanthidae, Ostracionthidae (boxfishes), Tetraodontidae, Canthigasteridae, dan beberapa dari Mullidae (goatfishes).

3. Ikan *crepuscular*

Ikan *crepuscular* merupakan ikan yang aktif bergerak mencari makan ketika pagi hari atau pada sore sampai menjelang malam hari. Contoh ikan *crepuscular* antara lain, yaitu : Sphyraenidae (*barracudas*), Serranidae (*groupers*), Carangidae (*jacks*), Scorpaenidae (*lionfishes*), Synodontidae (*lizardfishes*), Carcharhinidae, Lamnidae, Sphyranidae (*sharks*) dan beberapa dari Muraenidae (*eels*).

Menurut Setiapermana (1996) Pengelompokan ikan karang berdasarkan peranannya dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu :

1. Kelompok ikan target (*Target Species*)

Kelompok ikan target mencakup jenis ikan-ikan yang menjadi target tangkapan nelayan, yang dikonsumsi dan bernilai ekonomis yang hidup berasosiasi dengan terumbu karang. Contoh kelompok ikan target, yaitu : ikan kakap (Lutjanidae), kerapu (Siganidae), (Serranidae), baronang ikan ekor kuning (Caesionidae), ikan kakaktua (Scaridae), lencam ikan (Lethrinidae), ikan pakol (Acanthuridae),

2. Kelompok ikan indikator (Indicator Species)

Kelompok ikan penentu untuk terumbu karang karena ikan ini digunakan sebagai indikator kesehatan/kesuburan terumbu karang. Contoh kelompok ikan indikator, yaitu: ikan dari suku Chaetodontidae (ikan kepe-kepe).

3. Kelompok ikan mayor (*Major Species*)

Kelompok ikan ini umumnya dalam jumlah banyak hidup di terumbu karang. Peranan khusus ikan ini belum diketahui kecuali sebagai penyusun jaring-jaring makanan (peranan pada struktur trofik). Contoh kelompok ikan mayor, yaitu : ikan betok laut (Pomacentridae), Caesionidae, Scaridae, ikan sapu-sapu (Labridae), ikan serinding (Apogonidae) dan lain-lain).

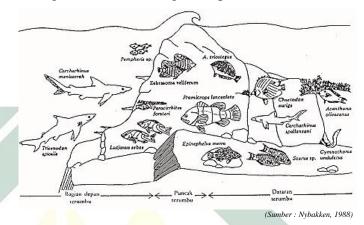
2.2.2 Struktur Komunitas Ikan Karang di Ekosistem Terumbu Karang

Komunitas ikan karang dibandingkan dengan komunitas lain yang hidup di terumbu karang, merupakan jumlah yang paling banyak dan melimpah. Tingginya keanekaragaman ikan karang dapat disebabkan karena variasi biota yang ada di ekosistem terumbu karang, biota yang mendominasi ekosistem terumbu karang diisi oleh ikan karang (Emor, 1993). Ikan karang sangat bergantung kepada kondisi dan pertumbuhan karang untuk pertumbuhan populasinya, tempat memijah, tempat berlindung, dan tempat mencari makan.

Komunitas ikan karang mempunyai hubungan yang erat dengan terumbu karang sebagai tempat hidup/habitatnya. Struktur fisik dari

karang Scleractinia berfungsi sebagai habitat dan tempat berlindung bagi ikan karang, dimana:

 Beberapa jenis ikan karang menggunakan karang Scleractinia sebagai tempat berlindung dari predator/pemangsa sehingga merupakan daerah yang aman sebagai tempat pemijahan. Daerah karang Scleractinia sebagai tempat mencari makan.



Gambar 2.3 Gambaran Umum Sifat-Sifat Ikan dan Habitatnya Pada Terumbu Karang.

Ruang pada ekosistem terumbu karang menjadi faktor pembatas untuk ikan karang, dikarenakan ekosistem terumbu karang merupakan habitat tempat berlindung oleh ikan karang. Spesies ikan diurnal akan bersembunyi di karang sedangkan spesies nokturnal mencari makan pada malam hari dan pada siang hari kejadian yang sebaliknya (Nybakken, 1988).

2.3 Parameter Fisika-Kimia Perairan

Kelangsungan hidup terumbu karang dibatasi oleh beberapa parameter fisika-kimia menurut Nybakken (1992) dibagi menjadi lima faktor yaitu suhu, kedalaman, cahaya, salinitas dan faktor pengendapan. menurut Giyanto dkk (2017) mengelompokkan faktor pembatas menjadi 7, yaitu:

1. Suhu Perairan

Perkembangan terumbu karang yang optimal terjadi pada suhu perairan di atas 25°C. Suhu ideal untuk pertumbuhan karang berkisar antara 25°C -30°C. Namun terumbu karang dapat mentoleransi suhu sampai 36°C - 40°C. Adanya kenaikan suhu air laut di atas suhu

normalnya, akan menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) sehingga warna karang menjadi putih. Apabila hal tersebut berlanjut hingga beberapa minggu, akan menyebabkan kematian pada karang.

2. Cahaya Matahari

Cahaya matahari berperan dalam proses pembentukan terumbu karang, karena menentukan proses fotosintesis bagi alga. Karang hidup bersimbiosis dengan alga *zooxanthellae*. Oleh karena itu, karang sulit tumbuh dan berkembang pada kedalaman dimana penetrasi cahaya sangat kurang, biasanya pada kedalaman lebih dari 50-70 m.

3. Salinitas

Salinitas ideal bagi pertumbuhan adalah berkisar antara $27-35^{\circ}/_{00}$. Menurut Haruddin (2011) kadar salinitas yang optimal untuk terumbu karang adalah 25-30 ‰, salinitas air laut di daerah tropis adalah 35 ‰, dan biota karang hidup subur pada kadar salinitas 34-36 ‰.

4. Kedalaman

Terumbu karang tidak dapat berkembang di perairan lebih dalam dari 50 – 70 m. kebanyakan terumbu karang tumbuh pada kedalaman 25 m atau kurang. Hal ini menerangkan mengenai pembatasan kedalaman berhubungan dengan kebutuhan nutrisi terumbu karang hermatipik akan intensitas cahaya matahari.

5. Oksigen terlarut (DO)

Tingginya nilai oksigen terlarut pada masing-masing ekosistem dapat disebabkan hasil difusi oksigen dari udara bebas. Berdasarkan keputusan Menteri Negara 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. Menurut Faturohman dkk, (2016), bahwa jika suatu perairan memiliki nilai kadar oksigen terlarut (DO) kurang dari 3 mg/l, hal ini akan menyebabkan kematian pada organisme perairan.

6. Nitrat

Nitrat merupakan unsur penting yaitu sebagai nutrien untuk pertumbuhan biota pada ekosistem terumbu karang. Berdasarkan KEMENLH (2004) tentang baku mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar nutrien nitrat yang optimal untuk biota perairan tidak melebihi dari 0,008 mg/l. Hasil yang didapatkan pada ekosistem terumbu.

7. Fosfat

Fosfat merupakan nutrien penting bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Nutrien 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 Indeks Ekologi Terumbu Karang & Ikan Karang

Analisis data yang digunakan untuk mengolah data identifikasi terumbu karang dan ikan karang yang telah didapatkan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dan *Underwater Visual Census* (UVC) adalah sebagai berikut:

a. Persentase tutupan karang untuk masing-masing kategori *lifeform* karang dapat dicari dengan rumus berikut (English et.al, 1997):

% Ci =
$$\left(\frac{pi}{p}\right)$$
 100% (2.4.1)

Keterangan:

Ci = persen penutupan suatu *lifeform* karang

pi = panjang total suatu kategori *lifeform*

p = panjang transek

b. Persentase tutupan karang untuk seuluruh kategori *lifeform* karang hidup dapat dicari dengan rumus berikut (English et.al, 1997):

%
$$C = \left(\frac{n.pi}{P}\right) 100\%$$
 (2.4.2)

Keterangan:

C = persen penutupan *lifeform* karang

pi = panjang total suatu kategori *lifeform*

n. pi = panjang total seluruh kategori *lifeform*

p = panjang transek

Tabel 2. 1 Pengelompokkan kondisi tutupan karang (%)

Tutupan Karang Hidup (%)	Kriteria Penilaian
75 - 100	Sangat Baik
50 - 74,9	Baik
25 - 49,9	Cukup
0 - 24,9	Kurang

c. Kelimpahan ikan karang dihitung dengan rumus (Odum, 1994):

$$X = \frac{xi}{n} \qquad \dots \tag{2.4.3}$$

Keterangan:

X = Kelimpahan ikan karang (ind/m³)

xi = jumlah ikan pada transek pengamatan ke-i

n = volume transek pengamatan $(50 \times 4 \times 5 \text{ m}^3)$

Tabel 2. 2 Kriteria kelimpahan ikan karang (COREMAP)

Kriteria Penilaian
Sedikit
Banyak
Melimpah

d. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') digunakan untuk mengetahui tingkat keberagaman pada suatu ekosistem atau komunitas. Bila suatu komunitas hanya terdapat satu spesies atau jenis, maka nilai H'=0.

$$H' = -\sum \left(\frac{Ni}{N}\right) ln\left(\frac{Ni}{N}\right) \qquad \dots \qquad (2.4.4)$$

Keterangan:

H' = Indeks Diversitas *Shannon-Wiener*

Ni = Jumlah Individu spesies i

N = Jumlah total Individu semua spesies

Tabel 2. 3 Kategori Indeks Keanekaragaman.

Keanekaragaman	Kriteria Penilaian
H < 2,0	Rendah
2,0 < H' < 3,0	Sedang
H > 3,0	Tinggi

e. Indeks Dominansi Simpson (D) adalah suatu nilai indeks yang digunakan untuk mengukur tingkat dominansi suatu spesies atau jenis dalam suatu komunitas.

$$D = \sum \left[\frac{Ni}{N}\right]^2 \dots \tag{2.4.5}$$

Keterangan:

D = Indeks Dominansi Simpson

Ni = Jumlah Individu spesies i

N = Jumlah total Individu semua spesies

Nilai D berkisar antara 0 - 1.00. semakin tinggi nilai D (mendekati 1.00) berarti tingkat dominansi yang tinggi dan tingkat keanekaragaman dalam komunitas adalah semakin rendah (terdapat taksa-taksa tertentu yang mendominasi), sebaliknya jika nilai D mendekati 0.00 berarti tingkat dominansi semakin rendah dan tingkat keanekaragaman komunitas adalah semakin tinggi (Fachrul, 2007).

Tabel 2. 4 Kategori Indeks Dominansi.

Keanekaragaman	Kriteria Penilaian
0.00 < D < 0.50	Rendah
0,50 < D < 0,75	Sedang
0,75 < D < 1,00	Tinggi

f. Indeks Keseragaman digunakan untuk menghitung keseragaman jenis dengan menggunakan rumus Indeks Evennes (Odum, 1994), yaitu :

$$E = \frac{H'}{H'max} \qquad \dots \tag{2.4.6}$$

Keterangan:

E = Keseragaman jenis

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah spesies

H' max = ln S

Indeks keseragaman merupakan angka yang tidak bersatuan, besarnya berkisar nol sampai satu. Semakin kecil nilai suatu keseragaman, semakin kecil pula keseragaman dalam komunitas.

Tabel 2. 5 Kategori Indeks Keseragaman.

Keanekarag <mark>am</mark> an	Kriteria Penilaian	
0.00 < E < 0.50	Rendah	
0,50 < E < 0,75	Sedang	
0,75 < E < 1,00	Tinggi	

Nilai keanekaragaman dan keseragaman dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis (Odum, 1994). Keseragaman mempunyai nilai yang besar jika individu ditemukan berasal dari spesies yang berbeda-beda, sedangkan keanekaragaman mempunyai nilai yang kecil atau sama dengan nol jika semua individu berasal dari satu spesies.

2.5 Metode Analisis hubungan dengan *Principal Component Analysis* (PCA)

Analisis Hubungan *Principal Component Analysis*. Analisis hubungan antara parameter fisika kimia air dengan menggunakan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*). Tujuan analisis PCA adalah untuk mengetahui keterkaitan antara masing-masing variabel menjadi sebuah pola hubungan untuk mereduksi banyak variabel menjadi sejumlah kecil. Metode PCA ini menggunakan *software* SPSS versi 2019 dan *microsoft excel* versi 2013. Langkah pertama dalam metode ini yaitu uji kenormalan data yang akan

di analisis melalui pereduksian. Uji kenormalan data digunakan untuk menyamakan satuan pada parameter yang akan digunakan untuk bahan analisis. Rumus pereduksian data dituliskan sebagai berikut (Partini, 2009):

$$R = \frac{Ni - x}{S} \dots \tag{2.4.7}$$

Keterangan:

R = hasil reduksi

Ni = nilai awal variabel

x = rata - rata variabel

S = standar deviasi

Tabel 2. 6 Kriteria Hubungan variabel (Pandiangan, 2009).

	Hasil Hubungan	Kategori
	0,00-0,24	Hubungan rendah
	0,25-0,4	Hubungan sedang
A	0,5-0,74	Hubungan kuat
	0,75-0,99	Hubungan sangat kuat
	1	Hubungan sempurna

Analisis hubungan menggambarkan tingkat keeratan hubungan linier antara dua peubah atau lebih. Koefisien hubungan sering dinotasikan sebagai r dan nilainya berkisar antara 1 sampai 1 (-1 < r < 1) yang diartikan sebagai berikut:

- a. Apabila hubungan (r) = -1, derajat keeratan hubungan dua variabel sangat kuat dan mempunyai hubungan negative (berlawanan arah).
 Dengan kata lain, hubungan negatif terjadi jika antara dua variabel atau lebih berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya.
- b. Apabila hubungan (r) = 1, derajat keeratan hubungan dua variabel sangat kuat dan mempunyai hubungan positif (searah). Dengan kata lain, hubungan positif terjadi jika antara dau variabel atau lebih berjalan parallel atau searah yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y juga mengalami kenaikan.

c. Apabila hubungan (r) = 0, dua hubungan yang tidak ada hubungan sama sekali (hubungan x dan y lemah sekali), hubungan sama dengan nol menunjukan bahwa X dan Y tidak terdapat hubungan.

2.6 Kondisi Perairan Probolinggo

Kabupaten Probolinggo adalah salah satu kabupaten yang terletak di tepi selatan selat Madura dan memiliki keindahan pesisir pantai dan bawah laut yang indah (Gambar 4.1). Salah satu keindahan pesisir pantai dan bawah laut Probolinggo yaitu Pantai Bhinor Harmoni (Bohai) yang berlokasi di Desa Bhinor, Kecamatan Paiton Kabupaten Probolinggo dengan koordinat S 07°42′50.84″ T 113°33′36.49″. Selain pesisir pantai dan keindahan ekosistem terumbu karang, keistimewaan dari pantai ini adalah pemandangan *sunset* yang indah dan jelas berlokasi paling timur dari kabupaten Probolinggo.

Terumbu karang yang berada di perairan tepi selatan selat Madura khususnya pesisir Probolinggo termasuk jenis karang tepi (*fringing reef*). Ekosistem terumbu karang pada perairan Paiton Probolinggo dapat dijumpai pada kedalaman 1 meter hingga kedalaman 15 meter. Pertumbuhan ekosistem terumbu karang pada wilayah ini sangatlah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan sekitarnya (Tamtomo, 2017). Terumbu karang merupakan suatu ekosistem unik perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekragaman biota dan nilai estetika yang tinggi, tetapi juga merupakan biota yang sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungan.

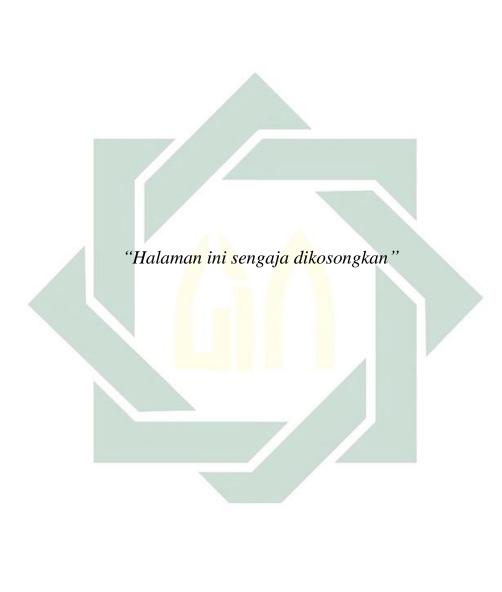
2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti tentang studi hubungan tutupan karang terhadapa struktur komunitas ikan karang di ekosistem terumbu karang.

Tabel 2. 7 Metanalisis Penelitian Terdahulu

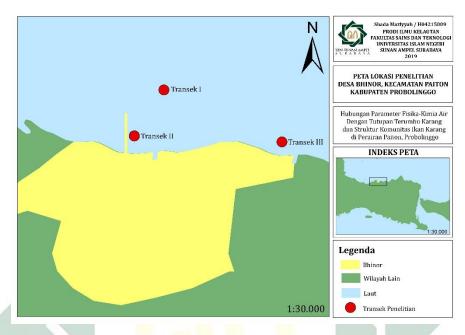
No	Judul	Deskripsi
1	Keanekaragaman Ikan Karang Target Kaitannya dengan Keanekaragaman Bentuk Pertumbuhan Karang Pada Zona Inti di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas	Penulis :Issan Septia Ilyas, Sri Astuty, Syawaludin A. Harahap, dan Noir P. Purba. Tahun : 2017 Hasil : Indeks keanekaragaman ikan karang target rendah, keanekaragaman bentuk karang sedang. keanekaragaman ikan dan karang mempunyai korelasi positif. Perbedaan dengan penelitian : -Menggunakan 3 Transek Penelitian -Metode yang digunakan (LIT,UVC, PCA) -Perbedaan Lokasi
2	Sebaran dan Keanekaragaman Ikan Target Pada Kondisi dan Topografi Terumbu Karang di Pulau Samatellulompo Kabupaten Pangkep	Penulis: Ahmad. Tahun: 2013 Hasil: kondisi karang sedang hingga rusak, indeks keanekaragaman tinggi, indeks keseragaman stabil dan dominansi rendah. Perbedaan dengan penelitian: -Menggunakan 3 Transek Penelitian -Data yang digunakan hanya parameter fisika kimia air, tutupan karang, dan struktur komunitas ikan karang -Tidak mengambil data kondisi topografi -Metode yang digunakan (LIT,UVC, PCA) -Perbedaan lokasi
3	Struktur Komunitas Karang Berdasarkan Karakteristik Perairan di Taman Wisata Perairan (TWP) Kepulauan Anambas	Penulis: Ade Tyas, Amron, Syawaludin A. Tahun: 2016 Hasil: tutupan dan indeks ekologi karang tergolong sedang hingga tinggi, kondisi perairan optimum untuk ekosistem terumbu karang Perbedaan dengan penelitian: - Menggunakan 3 Transek Penelitian - Membutuhkan data struktur komunitas ikan karang - Perbedaan lokasi
4	Studi Keanekaragaman Ikan Karang di Kawasan Perairan Bagian Barat Pulau Rubiah Naggroe Aceh Darussalam	Penulis : Sarah Liliana Pandiangan Tahun : 2009 Hasil : Hasil analisis korelasi diketahui bahwa hubungan antara indeks keanekaragaman dengan faktor fisik kimia berkorelasi kuat. Perbedaan dengan Penelitian : -Menggunakan 3 Transek Penelitian -Metode yang digunakan (LIT,UVC, PCA) -Perbedaan lokasi

No	Judul	Deskripsi	
5	Hubungan Persentase Tutupan Karang Hidup dan Kelimpahan Ikan Karang di Perairan Taman Nasional Laut Wakatobi	Penulis: Dian Sutono. Tahun: 2016 Hasil: pola hubungan tutupan karang dengan kelimpahan ikan karang podotif kuat. Perbedaan dengan penelitian: -Menggunakan 3 Transek Penelitian -Metode yang digunakan (LIT,UVC, PCA -Perbedaan lokasi	
6	Hubungan Persentase Tutupan Karang Dengan Kelimpahan Ikan Karang Di Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah	Penulis: Fahmi, Supriharyono, Abdul Ghofar. Tahun: 2017 Hasil: Hasil perhitungan indeks korelasi secara keseluruhan menghasilkan nilai hubungan persentase tutupan karang dengan kelimpahan ikan karang kuat (signifikan) dan positif (searah). Perbedaan dengan penelitian: -Menggunakan 3 Transek Penelitian -Metode yang digunakan (LIT,UVS, PCA) -Perbedaan lokasi	
7	Variasi Bentuk Pertumbuhan (<i>lifeform</i>) Karang di Sekitar Kegiatan Pembangkit Listrik, studi kasus kawasan perairan PLTU, Jawa Timur	Penulis: Dian Saptarini, Mukhtasor, Inneke F.M. Tahun: 2015 Hasil: ekosistem terumbu karang semakin bertambahnya tahun, semakin meningkat. Perbedaan dengan penelitian: - Menggunakan 3 Transek Penelitian - Membutuhkan data struktur komunitas ikan karang dan tutupan karang - Metode yang digunakan (LIT, UVC, PCA)	



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 3. 1 Lokasi pengambilan data di Perairan Paiton, Probolinggo

Kegiatan pengambilan data struktur komunitas ikan karang dan data tutupan karang dilakukan di Perairan Paiton, Probolinggo pada bulan Maret - April 2019. Survei karang dilakukan pada 3 transek yang berbeda di ekosistem terumbu karang alami, dengan titik kordinat sebagai berikut:

- Transek 1 yaitu S 07°42'30.00" T 113°34'25.00" dengan kedalaman perairan yaitu 10 meter, Lokasi pengambilan data pada daerah karang alami. Lokasi dapat mudah ditemukan dengan tanda dekat mercusuar pada daerah Unit 9 PJB Paiton, Probolinggo. Pengambilan data pada transek 1 dilakukan pada hari selasa, 26 maret 2019 pada pukul 08.30 WIB.
- 2. Titik kordinat pada transek 2 yaitu S 07°42'26.96" T 113°34'12.83" dengan kedalaman perairan yaitu 5 meter, Lokasi pengambilan data pada karang alami yaitu pada daerah *inlet* air/*Jetty* PJB Paiton, Probolinggo. Pengambilan data pada transek 2 dilakukan pada hari selasa, 26 maret 2019 pada pukul 12.00 WIB.

3. Titik koordinat transek 3 yaitu S 07°42'51.40" T 113°35'44.33" dengan kedalaman perairan 8 meter, Lokasi pengambilan data pada karang alami yaitu dekat dengan *outlet* air dan daerah transplantasi karang PT. YTL Jawa Power Paiton, Probolinggo. Pengambilan data pada transek 1 dilakukan pada hari selasa, 2 April 2019 pada pukul 08.30 WIB.



(GoogleEarth, 2018)

Gambar 3. 2 Lokasi pengamatan dan pengambilan data di Perairan Paiton, Probolinggo.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel untuk pengambilan parameter perairan, data ikan karang dan karang disajikan pada tabel 3.1 :

Tabel 3. 1 Daftar alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Pasak	Besi	penahan batas roll meter
2	Roll Meter (50 Meter)	Plastik	mengukur panjang transek
3	Peralatan Scuba Diving	Mask, Fin, Regulator, BCD, Tabung, Pemberat	membantu penyelaman
4	Kertas Anti Air	Kertas Newtop	pendataan data ikan dan
5	Kamera Bawah Air	Action Camera	Dokumentasi
6	GPS	Garmin	menentukan koordinat penelitian
7	Salinometer	YK-31SA	Mengukur kadar salinitas
8	DO meter	Pro 2030	mengukur kadar oksigen terlarut dan suhu air laut
9	pH meter	pH Paper	mengukur kadar pH permukaan perairan
10	Secchi disc	Besi	mengukur kecerahan air laut
No	Bahan	Spesifikasi	Fungsi
1	Aquades	Cairan	Digunakan untuk kalibrasi dan mencuci alat

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Skema Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yang selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram alir skema penelitian (*Flowchart*). Tahap pertama yaitu penentuan lokasi penelitian yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Tahap penelitian pengambilan data yaitu data primer. Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan beberapa pembagian, yaitu pengambilan data parameter fisika-kimia, pengamatan kondisi terumbu karang dan ikan karang dengan penyelaman menggunakan peralatan *Scuba*.

3.3.2 Persiapan Penelitian

Tahap pertama dalam persiapan penelitian yaitu studi literatur mengenai identifikasi karang dan ikan karang, kondisi wilayah perairan, kajian penelitian terdahulu mengenai hubungan parameter fisika kimia air dengan tutupan karang dan ikan karang. Persiapan selanjutnya yaitu menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian.

3.3.3 Penentuan Transek Pengambilan Data

Penentuan lokasi pengambilan data parameter fisika kimia air, tutupan karang dan data struktur komunitas ikan karang menggunakan metode terpilih (*Purposive Sampling*) yaitu dalam penetuan lokasi penelitian sudah dilakukan survei dengan bantuan *snorkeling* melihat kondisi ekosistem terumbu karang pada perairan. Pengambilan data di transek I, II, dan III dipilih dengan melihat keunggulan dari masing masing transek. Dilakukan pada 3 transek yang berbeda, dengan titik kordinat 3 transek yang berbeda di ekosistem terumbu karang alami, dengan titik kordinat pada transek I yaitu S 07°42'30.00" T 113°34'25.00" dengan kedalaman 10 m, berada pada daerah sekitar mercusuar dan memiliki ekosistem terumbu karang alami yang baik (Saptarini dkk, 2016). Titik kordinat pada transek 2 yaitu S 07°42'26.96" T 113°34'12.83" dengan kedalaman 5 m, berada pada daerah sekitar *Jetty* Unit 9 dan untuk

titik koordinat transek 3 yaitu S 07°42'51.40" T 113°35'44.33" dengan kedalaman 8 m, berada pada daerah ujung dekat dengan lokasi transplantasi karang dan *outlet* pembuangan. Penentuan transek dipilih karena pada daerah tersebut memiliki tingkat keanekaragaman karang yang bervariasi (Saptarini dkk, 2016).

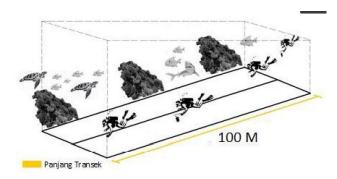
3.3.4 Pengambilan Data Primer

1. Pengambilan data Parameter fisika-kimia air

Pengukuran parameter fisika-kimia air dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dalam setiap satu transek lokasi pengamatan, kemudian diambil rata-rata dari 3 kali pengulangan. Data hasil pengukuran yang diperoleh melalui pengukuran data langsung (*in situ*). Pengukuran parameter fisika-kimia air meliputi pengukuran kecerahan (m), suhu (°C), Salinitas (°/00), pH dan *Disolved Oxygen* (DO), untuk pengukuran kadar nitrat dan fosfat yaitu dengan membawa air sampel yang selanjutnya dianalisi di laboratorium. Pengambilan parameter perairan dilakukan dengan 3 kali pengulangan, hal ini dilakukan untuk menghindari galat dalam penelitian, meningkatkan ketepatan penelitian (Mattjik dan Sumertajaya, 2006).

2. Pengambilan data tutupan karang

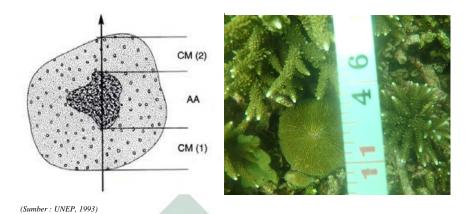
Metodologi yang digunakan untuk mengetahui tutupan dasar terumbu karang yaitu Metode Transek Garis (*Line Intercept Transect*/LIT) (English dkk, 1997). Pengamatan dapat dilakukan dengan menggunakan tiga transek, tiap satu transek dipasang rol sepanjang 50 meter. Pemasangan transek dipasang sejajar dengan garis pantai dan mengikuti pesisir pantai.



(Sumber: Haerul, 2013)

Gambar 3. 3 Contoh pengukuran dengan metode LIT.

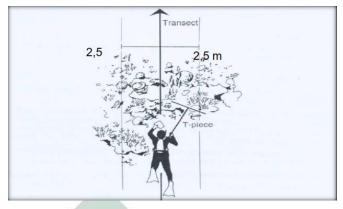
Kelebihan dari metode transek garis adalah akurasi data yang diperoleh memiliki kualitas data lebih baik dan lebih banyak, penyajian struktur komunitas seperti perentase penutupan karang hidup ataupun karang mati, ukuran koloni dan keanekaragaman jenis dapat disajikan secara lebih menyeluruh serta dapat menyajikan <mark>secara</mark> baik <mark>data struktur komunitas biota yang</mark> bersimbiosis dengan terumbu karang. Pengambilan data dilakukan disepanjang transek dan pencatatan dilakukan berdasarka<mark>n bentuk hidup. Nilai penutupan dasar yang didata</mark> adalah nilai akhir pada garis transek yang merupakan kriteria yang ditinjau dari transek 0-50 m. Biota atau karang yang berkoloni dianggap sabagai satu individu, bila satu koloni dipisahkan oleh suatu kriteria benda atau binatang maka koloni tersebut didata secara terpisah yang dianggap sebagai dua individu. Penentuan titik atau posisi transek dilakukan secara langsung pada saat penelitian berlangsung. Data *lifeform* terumbu karang yang di dapat langsung disajikan pada tabel (Lampiran 2).



Gambar 3. 4 Cara menghitung sebuah koloni karang masif yang lebih dari satu dan dianggap sebagai dua data.

3. Pengambilan data ikan karang

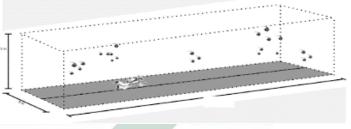
Metode yang digunakan untuk mengetahui kelimpahan ikan karang menggunakan metode sensus visual (*Visual Census Method*) (English dkk, 1997) yang secara teknis dilakukan dengan metode transek sabuk (*belt transect*). Pengambilan data ikan dan karang dilakukan secara berurutan. Setelah pendataan ikan selesai, selang beberapa menit diikuti pendataan karang (Manuputty, 1986). Dengan pertimbangan waktu dan persediaan oksigen yang terbatas, kegiatan pendataan ikan karang dimulai beberapa menit setelah pemasangan transek. Kelimpahan ikan tiap jenis mulai dihitung dengan batasan jarak pantau 2,5 meter pada sisi kiri dan kanan transek untuk ikan yang berukuran >35 cm dan jarak pantau 5 meter pada sisi kanan dan kiri untuk ikan yang berukuran >35 cm (English dkk, 1997). Identifikasi jenis ikan karang dilakukan secara langsung di lapangan (untuk jenis ikan yang dikenali pada saat pengamatan).



(Sumber: English dkk, 1997)

Gambar 3. 5 Cara melakukan Sensus Visual Ikan Karang.

Dibuat tiga transek, masing-masing transek sepanjang 50 m sejajar garis pantai. Data ikan karang didapat melalui snorkeling, menggambar langsung ciri ciri khusus yang terdapat di tubuh ikan (bentuk mulut, bentuk badan, sirip, warna) yang diamati menggunakan kertas tahan air, kemudian difoto menggunakan kamera. Data ikan karang yang di dapat dapat langsung disajikan pada tabel (Lampiran 3).



Sumber: Setiawan, 201

Gambar 3. 6 Diagram skematis area pengamatan ikan karang

3.3.5 Analisa Data

Analisis data merupakan tahap analisis yaitu parameter fisikakimia perairan, identifikasi terumbu karang, identifikasi ikan karang dan menghitung persentase tutupan karang, keanekaragaman terumbu karang, Indeks Dominansi Terumbu karang, menghitung kelimpahan ikan karang, keanekaragaman ikan karang. Data identifikasi tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang yang didapatkan kemudian di hubungankan dengan parameter fisika kimia perairan. Analisis data yang diperlukan yaitu: Analisa parameter fisika-kimia air dengan baku mutu KEMENLH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut, yaitu disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Baku Mutu Biota Laut (Coral)

Parameter	Baku Mutu
Suhu	28 - 30
kecerahan	≥5
salinitas	30 - 36
pН	7,0 - 8,5
DO	≥5
Nitrat	≤0,008
Fosfat	≤0,015

2. Identifikasi Terumbu karang

Tahap identifikasi terumbu karang pada tingkat *lifeform*, diidentifikasi dengan menggunakan literatur yaitu Buku Coremap, LIPI. Identifikasi terumbu karang dari bentuk pertumbuhannya dapat dilihat dari bentuk *axial coralite* atau *radial coralite*, maka dapat langsung dikategorikan bahwa *lifeform* karang tersebut termasuk karang *Acropora atau non-Acropora*. Ciri khas karang *Acropora* adalah dimana *axial coralite* ataupun *radial coralite* dapat terlihat jelas pada koloni *Acropora*, kemudian dapat langsung di klasifikasikan dari bentuk percabangan ataupun bentuk pertumbuhannya.

3. Identifikasi Ikan Karang

Tahap identifikasi ikan karang pada tingkat spesies diidentifikasi dengan menggunakan literature buku oleh setiawan, 2010. Identifikasi ikan karang tingkat spesies diamati dari bentuk tubuh, bentuk mulut, bentuk sirip, warna pada ikan dan kemudian di data jumlah ikan apa saja yang ditemukan pada transek

4. Persentase tutupan karang

Nilai persentase tutupan karang digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan terumbu karang di suatu perairan pada setiap satu transek. Analisis persentase tutupan karang dihitung dengan menggunakan rumus 2.4.1 dan rumus 2.4.2. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.1.

5. Keanekaragaman terumbu karang

Nilai indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman terumbu karang pada suatu populasi. Persamaan indeks Shannon-Wiener menggunakan rumus 2.4.4. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.3.

6. Indeks Dominansi terumbu karang

Indeks dominansi digunakan untuk melihat ada atau tidak adanya tingkat dominansi oleh jenis tertentu pada ekosistem terumbu karang. Perhitungan indeks dominansi dengan menggunakan Indeks Dominansi Simpson dengan rumus 2.4.5. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.4

7. Indeks Kes<mark>eragama</mark>n terumbu karang

Indeks keseragaman digunakan untuk menghitung keseragaman *lifeform* terumbu karang pada ekosistem terumbu karang. Perhitungan indeks keseragaman dengan menggunakan Indeks keseragaman dengan rumus 2.4.6. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.5.

8. Kelimpahan ikan karang

Nilai kelimpahan ikan karang digunakan untuk mengetahui jumlah ikan pada setiap transek. Analisis kelimpahan ikan karang dihitung dengan menggunakan rumus 2.4.3. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.2.

9. Keanekaragaman ikan karang

Nilai indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman ikan karang pada suatu populasi. Persamaan indeks Shannon-Wiener menggunakan rumus 2.4.4. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.3.

10. Indeks Dominansi ikan karang

Indeks dominansi digunakan untuk melihat ada atau tidak adanya tingkat dominansi oleh ikan karang pada ekosistem terumbu karang. Perhitungan indeks dominansi dengan menggunakan Indeks Dominansi Simpson dengan rumus 2.4.5. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.4.

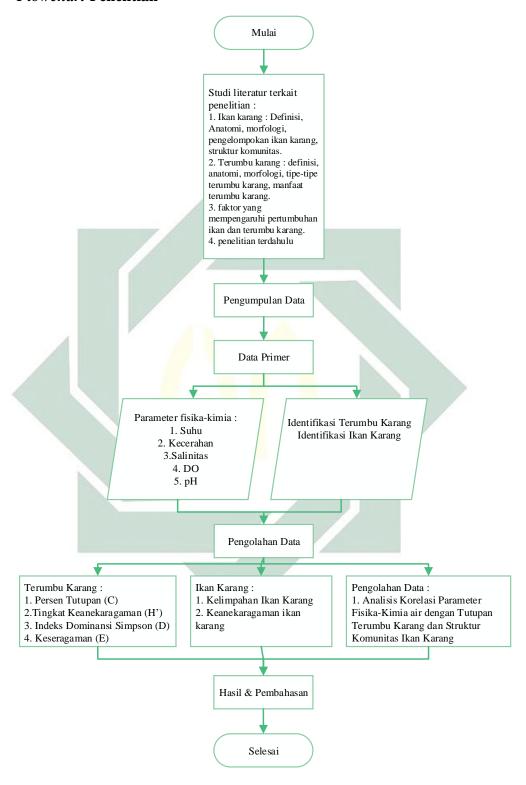
11. Indeks Keseragaman ikan karang

Indeks keseragaman digunakan untuk menghitung keseragaman jenis ikan karang pada ekosistem terumbu karang. Perhitungan indeks keseragaman dengan menggunakan Indeks keseragaman dengan rumus 2.4.6. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.5.

12. Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan tahap analisis yang digunakan untuk melihat hubungan parameter fisika dan kimia perairan terhadap persentase tutupan karang dan nilai kelimpahan dan keanekaragaman ikan karang. Analisis hubungan atau analisis hubungan antara parameter fisika-kimia dengan tutupan karang dan nilai kelimpahan dan keanekaragaman ikan karang menggunakan analisis hubungan PCA. Tingkat hubungan pada analisis ini dinyatakan dalam nilai indeks hubungan rumus 2.4.7. Kriteria penilaian dapat dilihat pada tabel 2.6.

3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 7 Flowchart proses penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan Paiton, Probolinggo

Parameter fisika-kimia perairan merupakan hal yang penting untuk mengetahui kondisi suatu perairan dan sebagai parameter kondisi ekosistem yang berada di perairan tersebut khususnya pada ekosistem terumbu karang pada perairan Paiton, Probolinggo. Hasil Pengukuran parameter fisika kimia perairan Paiton, Probolinggo, yang diambil pada perairan baik secara langsung (*in situ*) ataupun melalui analisis laboratorium disajikan dalam tabel 4.1. Parameter yang diukur meliputi kondisi fisika (suhu dan kecerahan) dan kimia (DO, pH, salinitas, Nitrat dan Fosfat) perairan.

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia pada lokasi penelitian (olah data, 2019).

Parameter	Satuan -		T <mark>rans</mark> ek		Baku
rarameter	Satuali	I	II	III	Mutu
Suhu	°c	$30 \pm 0,051$	$30 \pm 0,051$	$31 \pm 0{,}115$	28 - 30
kecerahan	m	$5,2 \pm 0,289$	$3,5 \pm 0,115$	$5,7 \pm 0,577$	>5
salinitas	‰	31	$30,7 \pm 0,577$	30	30 - 36
pН	-	$7,3 \pm 0,289$	$7,1 \pm 0,173$	7,0	7,0 - 8,5
DO	mg/L	$6,4 \pm 0,017$	$6,26 \pm 0,053$	$5,7 \pm 0,058$	>5
Nitrat	mg/L	0,055	0,0102	0,103	≤0,008
Fosfat	mg/L	0,021	0,025	0.011	≤0,015

1. Suhu

Hasil pengukuran suhu pada perairan Paiton berkisar antara $30 \pm 0.051\,^{\circ}\text{C}$ - $31 \pm 0.115\,^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan baku mutu yang ditetapkan bahwa baku mutu suhu untuk biota laut yang optimal berkisar antara $28\,^{\circ}\text{C}$ - $30\,^{\circ}\text{C}$ (KEMENLH, 2004). Perubahan suhu perairan < $2\,^{\circ}\text{C}$ masih dapat ditolerir oleh biota laut khususnya pada ekosistem terumbu karang (Joni, 2015). Hal ini mengindikasikan bahwa suhu yang didapatkan dari pengukuran parameter pada perairan Paiton, Probolinggo masih layak untuk kehidupan terumbu karang dan biota laut lainnya.

Suhu pada suatu perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ekosistem terumbu karang (Giyanto dkk, 2017). Salah satu yang dipengaruhi oleh suhu adalah *zooxanthellae* pada terumbu karang, peningkatan atau penurunan suhu yang ekstrem dalam kurun waktu yang lama dapat menyebabkan menurunnya pertumbuhan dan kondisi terumbu karang karena terhambatnya proses fotosintesis (Joni, 2015). Perbedaan hasil pengukuran parameter disebabkan adanya perbedaan pada waktu pengambilan data parameter. Perbedaan lokasi dan perbedaan waktu saat pengambilan data parameter dapat menyebabkan perbedaan kisaran suhu.

2. Kecerahan

Hasil pengukuran parameter kecerahan pada peraiaran Paiton didapatkan hasil sebesar 3.5 ± 0.115 m - 5.7 ± 0.577 m. Berdasarkan baku mutu KEMENLH (2004), kadar kecerahan untuk biota laut khususnya karang yaitu > 5 m. Tingkat kecerahan yang didapatkan pada suatu perairan akan mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang. Terumbu karang hidup bersimbiosis dengan alga *zooxanthellae*, yang hidup membutuhkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis, selain itu kecerahan juga berpengaruh terhadap proses respirasi dan kalsifikasi terumbu karang (Giyanto dkk, 2017).

Perairan yang memiliki nilai kecerahan rendah walaupun pada kondisi iklim yang normal dapat mengindikasikan banyaknya partikel yang tersuspensi dalam perairan, kekeruhan dapat disebabkan karena banyaknya suplai sedimen dan partikel yang terlarut sehingga akan mempengaruhi nilai padatan tersuspensi (TSS). Wilayah yang dangkal juga menjadi salah satu faktor tingginya tingkat TSS dan kecerahan yang rendah (Shodiqin, 2016). Apabila kecerahan cahaya matahari yang didapatkan terumbu karang kurang, laju fotosintesis akan berkurang dan kalsium karbonat pembentuk terumbu akan berkurang (Giyanto dkk, 2017).

3. Salinitas

Nilai parameter salinitas pada ekosistem terumbu karang perairan Paiton, Probolinggo yang didapat yaitu sebesar 30,0 % - 31,0 %. Sesuai dengan KEMEN LH (2004) baku mutu mengenai kadar salinitas yaitu 30 - 36 %. Kondisi cuaca perairan juga dapat mempengaruhi kadar salinitas, perubahan salinitas baik menurun ataupun meningkat secara ekstrim dalam waktu yang lama dapat menurunkan pertumbuhan terumbu karang bahkan dapat membuat karang mati (Guntur, 2011). Menurut Haruddin (2011) kadar salinitas yang optimal untuk terumbu karang adalah 25 – 30 %, salinitas air laut di daerah tropis adalah 35 %, dan biota karang hidup subur pada kadar salinitas 34 -36 %. Maka kadar salinitas perairan Paiton, Probolinggo dapat dikategorikan optimal dan sesuai untuk biota laut khususnya terumbu karang dan ikan karang.

4. Derajat keasaman (pH)

Hasil pengukuran parameter pH pada perairan Paiton, Probolinggo didapatkan hasil berkisar antara 7 % – 7,3 ± 0,289 %. Berdasarkan KEMENLH (2004) tentang baku mutu ekosistem terumbu karang, bahwa kadar pH opmtimal berada pada kisaran 7,0 – 8,5. Derajat keasaman merupakan salah satu faktor yang mampu mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang. Terumbu karang hidup membutuhkan proses fotosintesis, proses fotosintesis *zooxanthellae* akan berjalan secara optimal dengan kadar pH normal (Giyanto dkk, 2017). Biota laut khususnya terumbu karang memiliki sensitifitas terhadap perubahan pH, semakin basa atau semakin asam pH maka terumbu karang tidak akan dapat hidup. Derajat keasaman yang optimal untuk perkembangan dan pertumbuhan biota laut yaitu7 – 8,5 (Effendi, 2003). Hasil parameter pH perairan yang didapatkan pada perairan Paiton, Probolinggo dapat dikatakan dalam kondisi yang optimal.

5. Oksigen Terlarut (DO)

Hasil pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) pada perairan Paiton, Probolinggo didapatkan berkisar antara 5.7 ± 0.058 mg/l -6.4 ± 0.017 mg/l. Berdasarkan KEMENLH (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. Oksigen terlarut merupakan kadar oksigen yang terlarut pada suatu perairan yang dinyatakan dalam satuan mg/l. Oksigen memiliki peran penting pada lingkungan perairan yaitu, sebagai unsur kimia yang digunakan biota untuk proses metabolisme (Giyanto dkk, 2017). Tingginya nilai oksigen terlarut pada masing-masing ekosistem dapat disebabkan hasil difusi oksigen dari udara bebas. Hal ini didukung dengan pernyataan Siregar (2009), bahwa tingginya nilai oksigen terlarut pada suatu perairan diduga hasil dari difusi oksigen dari udara. Perairan yang memiliki kadar oksigen rendah akan menghambat pertumbuhan, bahkan dapat menyebabkan kematian pada biota. Menurut Faturohman dkk (2016), bahwa jika suatu perairan memiliki nilai kadar oksigen terlarut (DO) kurang dari 3 mg/l, hal ini akan menyebabkan kematian pada organisme perairan. Berdasarkan hasil pengukuran dapat disimpulkan ekosistem terumbu karang pada perairan Paiton, Probolinggo dalam kondisi optimal dalam mendukung kehidupan terumbu karang dan biota laut lainnya dengan nilai kadar DO lebih dari 5 mg/l.

6. Nitrat

Hasil pengukuran kadar nitrat yang dilakukan di perairan Paiton, Probolinggo didapatkan hasil berkisar antara 0,0102 mg/l – 0,103 mg/l. Berdasarkan KEMENLH (2004) tentang baku mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar nutrien nitrat yang optimal untuk biota perairan tidak melebihi dari 0,008 mg/l. Nitrat merupakan unsur penting yaitu sebagai nutrien untuk pertumbuhan biota pada ekosistem terumbu karang.

Hasil pengukuran nitrat yang di dapatkan melebihi dari baku mutu, namun biota dan terumbu karang pada ekosistem terumbu karang mampu mentolelir perubahan tersebut. Hal ini didukung dengan pernyataan Effendi (2003) bahwa kadar nitrat pada perairan alami tidak lebih dari 0,1 mg/l. Perairan dikatakan tercemar ketika kadar nitrat melebihi nilai 0,2 mg/l dan akan mengakibatkan peristiwa eutrofikasi pada perairan tersebut. Pernyataan Khasanah (2013) bahwa nitrat merupakan salah satu nutrien utama yang digunakan biota laut dan terumbu karang untuk pertumbuhannya. Nitrat dimanfaatkan oleh *zooxanthellae* sebagai nutrien dalam proses fotositesis.

7. Fosfat

Kadar fosfat pada perairan Paiton, Probolinggo yaitu berkisar antara 0,011 mg/l – 0,025 mg/l. Berdasarkan KEMENLH No. 51 (2004) tentang baku mutu untuk biota perairan yaitu, kondisi nutrien fosfat yang optimal berada pada nilai 0,015 mg/l. Fosfat merupakan nutrien penting bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Nutrien fosfat juga dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang dan biota laut lainnya, jika kandungannya pada perairan dalam kondisi yang kurang optimal. Nybakken (1992), menyatakan bahwa fosfat merupakan organik penting sebagai faktor pembatas dan digunakan zat zooxanthellae untuk tumbuh. Menurut EPA (2002) kadar fosfat dalam suatu perairan dapat dikatakan tinggi jika kadar fosfat > 0,096 mg/l, keberadaan kadar fosfat yang berlebihan dapat menyebabkan blooming algae yang berdampak negatif untuk ekosistem terumbu karang. Batas perairan yang tidak tercemar adalah jika kadar fosfat < 0,087 mg/l (Ketchum, 1969).

Tinggi rendahnya kadar fosfat pada perairan dapat disebabkan karena lokasi perairan yang dangkal, secara alamiah fosfat terdistribusi mulai dari permukaan perairan hingga mencapai dasar, sehingga semakin dangkal maka akan semakin tinggi konsentrasi fosfat dikarenakan tingginya nutrisi pada dasar laut (Patty, 2015). Tingginya kadar fosfat pada dasar perairan dikarenakan unsur zat hara yang berasal dari dekomposisi senyawa organik dari biota yang mati dan dekomposisi sedimen yang tinggi. Menurut Muchtar dan Simanjuntak (2008) semakin

jauh suatu perairan dari daratan makan akan semakin menurun kadar fosfatnya.

4.2 Identifikasi karang Pada Perairan Paiton Probolinggo

Identifikasi karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada perairan Paiton, Probolinggo menggunakan referensi Manual Lifeform: Coral Reef Ecosystem (2001). Proses identifikasi karang diamati dari bentuk pertumbuhan karang dan koralit (*Coralite*) yang dimiliki karang.

Karang *Acropora* memiliki *axial coralite* dengan bentuk koralit yang umumnya plocoid sehingga memberi kesan bahwa koloni berbintil-bintil. Ciri khas *Acropora* yaitu memiliki warna coklat atau hijau tetapi beberapa karang *Acropora* berwarna cerah. Ditemukan 3 *lifeform* karang *Acropora* yaitu *Acropora Branching*, *Acropora Digitate*, *Acropora Tabulate*, dengan karakteristik berikut:

1. Acropora Branching (acropora bercabang)



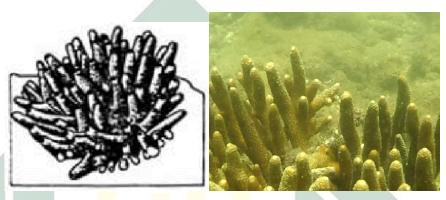
Gambar 4. 1 *Lifeform* karang Acropora Branching pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform karang yang ditemukan adalah Acropora Branching. Identifikasi adalah sebagai berikut :

• Diagnosa karakteristik : menurut *Manual lifeform* Coremap, *Acropora Branching* merupakan jenis karang yang berbentuk seperti pohon atau tanduk rusa. *Axial coralite* yang terdapat pada karang ini jika dilihat secara detail sangat jelas. Percabangan yang dimiliki karang ini minimal memiliki percabangan kedua.

Lifeform karang Acropora Branching ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I, transek II, dan transek III. Acropora Branching merupakan karang keras yang memiliki banyak jenis, sebagian besar sebagai penyusun utama karang di Indonesia. *Lifeform Acropora Branching* merupakan karang yang dapat hidup dengan kondisi perairan yang jernih dan biasa ditemukan di daerah terumbu karang tepi. Karang ini merupakan karang yang dapat cepat tumbuh namun sensitif terhadap partikel tersuspensi. Ikan dan biota laut lainnya biasa menggunakan *Acropora Branching* sebagai habitat atau tempat berlindung (Barus, 2018).

2. Acropora Digitate (acropora berjari)



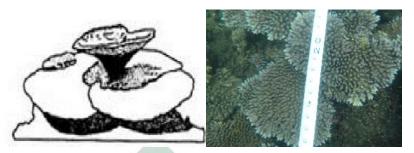
Gambar 4. 2 *Lifeform* karang *Acropora Digitate* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform Acropora kedua yang ditemukan adalah Acropora Digitate. Identifikasinya adalah sebagai berikut :

Diagnosa karakteristik: menurut Manual lifeform Coremap,
 Acropora Digitate merupakan jenis karang yang berbentuk
 menjari, bentuk percabangan rapat dengan cabang seperti jari-jari
 tangan manusia. Axial coralite yang terdapat pada karang ini jika
 dilihat secara detail sangat jelas.

Lifeform karang Acropora Digitate ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I, transek II dan transek III. Acropora Digitate memiliki ukuran 10 hingga 25 mm dan memiliki panjang \pm 2 - 3 cm, koralit yang berada pada cabang-cabangnya berisi satu atau lebih. Karang ini biasa ditemukan pada perairan dangkal hingga perairan dengan kedalaman 12 meter. Mempunyai keunikan pertumbuhan teratur ke samping dan dapat membersihkan sedimen yang menutupi polip karang (Barus, 2018).

3. Acropora Tabulate (acropora meja)



Gambar 4. 3 *Lifeform* karang *Acropora Tabulate* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform Acropora ketiga yang ditemukan adalah Acropora Tabulate. Identifikasinya adalah sebagai berikut :

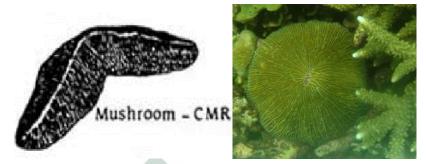
• Diagnosa karakteristik : menurut *Manual lifeform* Coremap, *Acropora Tabulate* merupakan jenis karang yang berbentuk bercabang dengan arah mendatar, rata seperti meja bentuk percabangan rapat.

Lifeform karang Acropora Tabulate ditemukan pada Perairan Paiton, Probolinggo pada transek I, transek II dan transek III. Acropora Tabulate merupakan karang yang berasal dari Indonesia, memiliki koloni berbentuk datar tipis dan struktur halus pada permukaan. Karang ini dapat hidup dengan tingkat kecerahan atau cahaya yang tinggi, dikarenakan sebagian besar Acropora tab ulate bergantung pada cahaya untuk makan. Acropora Tabulate dapat hidup pada perairan dangkal hingga kedalaman 20 meter (Barus, 2018).

Identifikasi karang *Acropora* dan non-*Acropora* pada perairan Paiton, Probolinggo menggunakan referensi Manual Lifeform: Coral Reef Ecosystem (2001). Proses identifikasi karang diamati dari bentuk pertumbuhan karang dan koralit (*Coralite*) yang dimiliki karang.

Bentuk pertumbuhan karang *non-Acropora* memiliki koralit, namun koralit pada *non-Acropora* hanya ditemukan pada sisi radial saja. Ditemukan 5 *lifeform* karang pada perairan Paiton, Probolinggo yaitu *Coral Mushroom, Coral Submassive, Coral Foliose, Coral Encrusting, Coral Massive*. Karakteristik dari *lifeform non-Acropora* adalah sebagai berikut:

1. Coral Mushroom (karang jamur)



Gambar 4. 4 *Lifeform* karang *Coral Mushroom* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform karang pertama yang ditemukan adalah Coral Mushroom. Identifikasi adalah sebagai berikut :

Diagnosa karakteristik: menurut Manual lifeform Coremap, Coral
 Mushroom merupakan jenis karang yang berbentuk oval dan
 tampak seperti jamur, memiliki banyak tonjolan seperti punggung
 bukit beralur dari tepi hingga pusat mulut. Salah satu lifeform
 karang soliter.

Lifeform karang Coral Mushroom ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I dan transek III. Coral Mushroom dapat ditemukan pada substrat berpasir, karena karang ini mempunyai keunikan dapat membersihkan sedimen yang menutupi koralitnya. Coral Mushroom merupakan karang yang hidupnya tidak melekat dan bebas (Barus, 2018).

2. Coral Submassive (karang submasif)



Gambar 4. 5 L*ifeform* karang *Coral Submassive* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform non-Acropora kedua yang ditemukan adalah Coral Submassive. Identifikasinya adalah sebagai berikut :

 Diagnosa karakteristik: menurut Manual lifeform Coremap, Coral Submassive merupakan jenis karang yang berbentuk kokoh dengan tonjolan-tonjolan seperti tiang-tiang kecil, kancing atau irisan-irisan, lifeform karang ini berbentuk tidak beraturan dan seperti kolom.

Lifeform karang Coral Submassive ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I, transek II dan transek III. Coral Submassive dapat hidup pada kondisi substrat berpasir yang memiliki kandungan kalsium karbonat sedikit, hal ini merupakan keunikan dari karang ini hanya karang tertentu yang dapat bertahan pada substrat ini. Bentuk kloni yang kokoh sehingga dapat hidup pada perairan dengan arus atau gelombang yang tinggi (Barus, 2018).

3. Coral Foliose (karang lembaran)



Gambar 4. 6 L*ifeform* karang *Coral Foliose* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform non-Acropora ketiga yang ditemukan adalah *Coral Foliose*. Identifikasinya adalah sebagai berikut :

• Diagnosa karakteristik: menurut *Manual lifeform* Coremap, *Coral Foliose* merupakan jenis karang yang tumbuh dalam bentuk lembaran-lembaran yang menonjol pada dasar terumbu, berukuran kecil dan membentuk lipatan atau melingkar menyerupai lembaran daun.

Lifeform karang Coral Foliose ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I dan transek III. Coral Foliose sering ditemukan mendominasi pada suatu perairan. Hidup dari karang ini sangat bergantung dengan kecerahan perairan, biasanya terdapat pada perairan dangkal yang terlindung. Karang ini dapat berkoloni membentuk lipatan-lipatan ataupun melingkar (Barus, 2018).

4. Coral Encrusting (karang kerak)



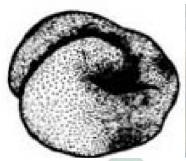
Gambar 4. 7 *Lifeform* karang *Coral Encrusting* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform non-Acropora keempat yang ditemukan adalah Coral Encrusting. Identifikasinya adalah sebagai berikut:

• Diagnosa karakteristik: menurut *Manual lifeform* Coremap, *Coral Encrusting* merupakan jenis karang yang berbentuk mengerak, koloni merayap, kadang bertumpuk-tumpuk.

Lifeform karang Coral Encrusting ditemukan pada perairan. Lifeform Coral Encrusting yang ditemukan pada transek II, transek II dan transek III. Coral Encrusting merupakan koloni karang melebar / meluassepanjang dasar perairan yang dapat hidup dengan intensitas cahaya yang cukup, berada pada perairan dangkal hingga perairan dalam sampai 15 m (Barus, 2018).

5. Coral Massive (karang masif)





Gambar 4. 8 *Lifeform* karang *Coral Massive* pada ekosistem karang di perairan Paiton, Probolinggo.

Lifeform non-Acropora kelima yang ditemukan adalah Coral Massive. Identifikasinya adalah sebagai berikut :

• Diagnosa karakteristik: menurut *Manual lifeform* Coremap, *Coral Massive* merupakan salah satu karang yang mudah ditemukan, bentuknya seperti bongkahan batu, memiliki ukuran yang bervariasi, permukaan karang yang halus dan padat. Dapat mencapai ukuran tinggi dan lebar sampai beberapa meter. Semakin besar ukuran karang ini menandakan ekosistem karang yang cukup baik.

Lifeform karang Coral Massive ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo pada transek I, transek II dan transek III. Coral Massive merupakan karang keras yang dapat hidup pada perairan dangkal mendekati pesisir pantai yang keruh. Coral Massive membentuk suatu kesatuan luas agar dapat hidup terlindung oleh ombak (Haerul, 2013). Karang ini memiliki keunikan yaitu dapat membersihkan diri dari akumulasi sedimen dengan bantuan pergerakan arus (Barus, 2018).

Berdasarkan buku identifikasi bentuk pertumbuhan karang non-Acropora tidak memiliki axial coralite. Hasil identifikasi karang pada transek I ditemukan 8 lifeform karang hidup yaitu Acropora Branching, Acropora Digitate, Acropora Tabulate, Coral Submassive, Coral Encrusting, Coral Massive sedangkan untuk others ditemukan soft coral dan turf algae. Identifikasi bentuk pertumbuhan karang pada transek II ditemukan 6 lifeform karang hidup yaitu Acropora Branching, Acropora

Digitate, Acropora Tabulate, Coral Submassive, Coral Encrusting, Coral Massive sedangkan untuk others ditemukan soft coral dan truf algae. Sedangkan hasil identifikasi pada transek III diperoleh 7 lifeform karang hidup yaitu Acropora Branching, Acropora Digitate, Acropora Tabulate, Coral Mushroom, Coral Foliose, Coral Encrusting, Coral Massive sedangkan untuk other ditemukan soft coral dan turf algae.

4.3 Indeks ekologi Karang perairan Paiton, Probolinggo

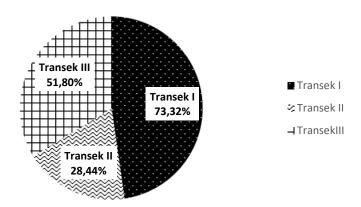
1. Persentase tutupan (C) Karang

Analisis data persentase tutupan yang digunakan untuk mengetahui kondisi karang di perairan Paiton, Probolinggo disajikan dalam tabel 4.2 dengan kriteria penilaian tutupan pada tabel 2.1

Tabel 4. 2 Hasil tutupan karang pada transek I, transek II dan transek III.

I	ransek	Tutupan Karang Hidup (%)	Kriteria Penilaian
	I	73,3 <mark>2%</mark>	Baik
Ī	II	28,44%	Cukup
1	III	51,80%	Baik

Hasil perhitungan olah data transek I dengan kedalaman 10 m didapatkan persentase tutupan karang hidup sebesar 73,32%, Hasil perhitungan pada transek II pada kedalaman 5 m didapatkan persentase tutupan karang hidup sebesar 28,44%, Sedangkan pada transek III didapatkan persentase tutupan karang hidup sebesar 51,80%. Menurut Giyanto (2017), ekosistem terumbu karang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan dengan kedalaman 25 m atau kurang. Tutupan karang yang didapat dari lokasi penelitian pada transek I dengan kedalaman 10 m, pada transek II dengan kedalaman 5 m dan pada transek III pada kedalaman 8 m disajikan pada gambar 4.10.



Gambar 4. 9 Diagram persentase tutupan karang hidup pada transek I, transek II dan transek III (Olah data, 2019).

Hasil pengukuran parameter ekosistem terumbu karang transek I pada lokasi pengamatan dekat dengan daerah mercusuar didapatkan hasil parameter dalam kondisi baik dan mendukung untuk kehidupan karang (tabel 4.1). Hal ini juga didukung dengan kondisi tutupan karang yang tergolong dalam kriteria penilaian baik, dibuktikan dengan tabel 4.2 kriteria kondisi kar<mark>ang</mark>. Hasil <mark>penguk</mark>uran <mark>pa</mark>rameter pada lokasi penelitian sangat mendukung untuk mengetahui kondisi ekosistem pada lokasi tersebut. Kadar nitrat yang optimal dapat menjadikan ekosistem terumbu karang pada transek I subur, karena nitrat merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh biota laut. Kecerahan pada transek I juga optimal yaitu >5 m, intensitas cahaya sangat diperlukan karang untuk berfotosintesis. Tingkat parmeter yang optimal pada transek I memiliki ekosistem yang baik. Tutupan karang yang dikategorikan baik pada transek I dapat disebabkan oleh lokasi pada transek ini jauh dari daratan ataupun aktifitas manusia dan memiliki kedalaman 10 m yang aman terhindar dari balingbaling kapal nelayan.

Hasil pengukuran parameter karang pada transek II tergolong cukup untuk ekosistem terumbu karang, dikarenakan dari 7 parameter yang di ukur ditemukan parameter yang tergolong rendah yaitu kecerahan sedangkan parameter lainnya di kategorikan optimal (tabel 4.1). Hal ini juga didukung dengan kondisi tutupan karang yang tergolong dalam kriteria penilaian cukup, dibuktikan dengan tabel 4.2. Rendahnya tingkat

kecerahan pada karang mengakibatkan intensitas cahaya yang diterima karang rendah, banyaknya suplai sedimen dan partikel yang terlarut sehingga akan mempengaruhi nilai padatan tersuspensi (TSS). Kandungan zat padat tersuspensi yang tinggi banyak mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam laut, Apabila kecerahan cahaya matahari yang didapatkan karang kurang, laju fotosintesis akan berkurang dan kalsium karbonat pembentuk terumbu akan berkurang (Giyanto, 2017).

Hasil pengukuran parameter oseanografi ekosistem terumbu karang pada transek III yaitu pada karang alami berada di daerah transplantasi karang didapatkan seluruh parameter lingkungan yang baik dan optimal mendukung untuk kehidupan ekosistem terumbu karang (tabel 4.1). Hal ini dibuktikan dengan kondisi parameter yang baik khususnya dengan kadar nitrat yang merupakan nutrisi bagi karang didapatkan hasil yang tinggi dan intensitas cahaya yang di butuhkan untuk karang berfotosintesis juga optimal, hal ini didukung dengan hasil tutupan karang pada transek III tergolong baik, dibuktikan dengan tabel 4.2.

Menurut Saptarini dkk (2016), dalam kurun waktu tahun 2010 – 2015 pada perairan Paiton, Probolinggo rata-rata luas tutupan karang menunjukkan kecenderungan peningkatan kondisi. Tahun 2010 didapatkan persentase tutupan karang pada perairan Paiton <50% dikategorikan kondisi tutupan cukup sampai rendah. Rendahnya tutupan karang pada tahun 2010 dapat diakibatkan karena musim kemarau yang berdampak pemutihan pada karang (*Coral bleaching*). Diperlukan kondisi perairan yang kembali optimal dan berkurangnya tekanan lingkungan akan memulihkan kondisi karang yang telah memutih.

Kondisi perairan Paiton kembali normal pada tahun 2013 dan pada tahun 2015 dimana kondisi tutupan karang dikategorikan baik sampai sangat baik dengan nilai >75% (Saptarini dkk, 2016). Salah satu pengukuran memulihnya suatu kondisi perairan di tandai dengan kembalinya tutupan karang menjadi semakin baik (Berumen dan Prachet, 2006).

2. Indeks keanekaragaman (H'), Dominansi (D), dan Keseragaman(E) Karang

Analisis indeks ekologi karang yang digunakan untuk mengetahui gambaran kondisi ekosistem terumbu karang pada perairan, Paiton, Probolinggo adalah persentase tutupan, keanekaragaman, disajikan pada tabel 4.3, dengan kriteria penilaian pada tabel 2.3, tabel 2,4 dan tabel 2.5.

Tabel 4. 3 Indeks ekologi karang perairan Paiton, Probolinggo

Indeks Ekologi			
Transek	Keanekaragaman	Dominansi	Keseragaman
	(H')	(D)	(E)
I	1,135*	0,521*	0,499*
II	1,782*	0,202*	0,784***
III	2,017**	0,150*	0,900***

Kriteria Penilaian: Tinggi***, Sedang**, Rendah*

Nilai indeks keanekargaman (H') yang di dapat pada transek I yaitu 1,135 dapat dikategorikan keanekaramanannya rendah, transek II yaitu 1,782 juga dikategorikan keanekaragamannya rendah, sedangkan pada transek III yaitu 2,016 keanekaragamannya dikategorikan sedang karena memenuhi kriteria pengelompokan tingkat keanekaragaman yaitu >2,00 (English, 1997).

Dari hasil analisis indeks keanekaragaman yang telah di olah menunjukan bahwa keanekaragaman karang hidup pada perairan paiton tergolong rendah sampai sedang. Kategori tingkat keanekaragaman suatu biota hasilnya berbanding terbalik dengan tingkat dominansinya, dimana ketika hasil keanekeragaman biota di suatu ekosistem rendah maka ada biota yang mendominasi pada ekosistem tersebut (Fachrul, 2007). Tutupan karang yang tinggi tidak selalu memiliki keanekaragaman yang tinggi, karena dapat dimungkinkan tingginya tutupan karang pada perairan di dominasi oleh salah satu jenis karang.

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 – 1,00 semakin tinggi nilai D yang di dapatkan (mendekati nilai 1,00) berarti tingkat keanekaragamannya dalam suatu ekosistem semakin rendah, karena terdapat jenis-jenis yang mendominasi. Sebaliknya jika semakin mendekati 0,00 maka tingkat keanekaragaman di suatu ekosistem adalah

semakin tinggi (Fachrul, 2007). Hal ini dibuktikan dengan hasil olah data yang diperoleh dari ketiga transek. Hasil indeks dominansi pada transek I yaitu 0,521 dikategorikan rendah namun jika dibandingkan dengan transek II dan III dominansi *lifeform* karang pada transek I tergolong paling tinggi, hal ini didukung dengan hasil keanekaraman yang paling rendah pada transek I (Tabel 4.3) karena tutupan *lifeform* karang hidup pada transek I didominansi oleh salah satu *lifeform* yaitu *Acropora Branching*. Karang *Acropora* merupakan karang yang sering dijumpai pada perairan Indonesia (Haerul, 2013). *Lifeform* karang *Acropora* merupakan karang yang sering ditemukan pada perairan yang nutrientnya sedang sampai rendah dan dapat hidup dengan kondisi arus dan gelombang yang tinggi (Barus, 2018).

Hasil indeks dominansi pada transek II dapat dikategorikan rendah yaitu 0,202 hal ini di dukung dengan tingkat keanekaragaman yang rendah, pada transek II karang di dominasi oleh *Coral Massive*. Karang *Coral Massive* merupakan karang keras yang dapat hidup pada daerah perairan dekat dengan pantai yang keruh ataupun perairan yang dangkal dimana *Coral Massive* membentuk suatu kesatuan yang luas agar dapat hidup terlindung oleh gelombang (Haerul, 2013). Hal ini dibuktikan dengan hasil parameter perairan transek II yaitu kecerahan yang rendah dan perairan yang dangkal dibandingkan dengan 2 transek lainnya (tabel 4.1). Hasil indeks dominansi pada transek III dikategorikan rendah yaitu 0,150, hal ini dibuktikan dengan hasil indeks keanekaragaman yang tinggi pada transek III (Tabel 4.3). Maka pada transek III tidak ada *lifeform* karang yang mendominasi karena hasil indeks dominansi yang rendah dan hasil indeks keanekaragaman yang tinggi.

Hasil indeks keseragaman *lifeform* karang merupakan angka yang tidak bersatuan, besarnya berkisar nol sampai satu. Semakin kecil nilai suatu keseragaman, semakin kecil pula keseragaman dalam komunitas. Hasil indeks keseragaman pada transek I yaitu 0,499, keseragaman *lifeform* karang dikategorikan rendah karena E < 0,50, hal ini berkaitan dengan hasil keanekaragaman yang rendah dan didominasi oleh salah satu karang. Ekosistem terumbu karang pada transek I terdapat kecenderungan

dominansi jenis yang disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan, yaitu didominasi oleh karang yang dapat bertahan hidup pada kedalaman 10 dan karang dengan sifat yang mampu tumbuh dan membentuk koloni baru dari patahan yang mengalami fragmentasi oleh arus maupun gelombang menjadi individu baru (Barus, 2018).

Hasil indeks keseragaman pada transek II yaitu 0,701 dapat dikategorikan keseragaman pada transek II adalah baik, karena E >0,75, hal ini dapat dibuktikan dengan tingkat dominansi pada ekosistem ini yang rendah tidak setinggi pada tingkat dominansi pada transek I (tabel 4.3). Hasil indeks keseragaman pada transek III yaitu 0,799 dapat dikategorikan keseragamannya dalam kondisi baik karena E > 0,75, hal ini dibuktikan dengan tingkat keanekaragamannya yang tinggi dengan dominansi yang rendah (tabel 4.6). keseragaman karang pada transek III didukung dengan data parameter yang baik dan optimal untuk pertumbuhan karang. Keankekaragaman karang pada transek III dapat dikategorikan paling tinggi dibandingkan II transek lainnya dan merupakan salah satu transek yang memiliki keseragaman yang baik.

4.4 Kelimpahan dan Indeks ekologi Ikan karang perairan Paiton, Probolinggo

1. Kelimpahan Ikan Karang

Kelimpahan ikan karang di analisa berdasarkan jumlah ikan yang ditemui pada tiap transek dengan bantuan identifikasi ikan dari literatur buku Identifikasi Ikan Karang oleh setiawan, buku Ikan karang Taman Nasional Baluran oleh Juniarso dkk (2013). Hasil olah data kelimpahan ikan karang pada perairan Paiton, Probolinggo yang ditemukan disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Jenis dan kelimpahan ikan karang dan biota asosiasi yang ditemukan

			K	elimpahan	
NO	Famili	Spesies	_		
**	***		Ι	II	III
	Karang				
1	Apogonidae	Cheilodipterus isostigmus	27.5		7
2	Caesionidae	Caesio teres	375		
3	Chaetodontidae	Chaetodon humeralis	3		
		Chaetodon octofasiatus	4		
		Heniochus varius	6		
4	Holocentridae	Myripristis hexagona	5		4
5	Labridae	Bodianus mesothorax	7		4
		Cheilinus fasciatus			5
		Epibulus insidiator	7		
		Halichoeres leucoxanthus	39		12
		Halichoeres melanochir	38		
		Labrichthys unilineatus	4	17	11
		Labroides bicolor			2
		labroides dimidiatus	7	4	3
		Thalasoma <mark>lun</mark> are	85	11	13
6	Lutjanidae	Lutjanus <mark>bigutta</mark> tus	9		
7	Nemipteridae	Scolopsis bilineatus	8		
		S <mark>co</mark> lop <mark>sis c</mark> iliatus		4	3
8	Pomacentridae	<mark>Abu</mark> def <mark>du</mark> f octof <mark>asc</mark> iatus			2
		Abudefduf sexfa <mark>sci</mark> atus	3	3	7
		<mark>Abu</mark> de <mark>fdu</mark> f vaigi <mark>ens</mark> is	5	1	2
8		A <mark>mb</mark> ly <mark>gly</mark> phidod <mark>on</mark> aureus	7	100	7
		Amblyglyphidodon			
		curacao	4	2	8
		Chrysiptera springeri			4
		Neoglyphidodon melas	121		22
		Neopomacentrus			
4		cyanomos	79	5	
		Pomacentrus alexanderae			3
		Pomacentrus auriventris			7
		Pomacentrus moluccensis	72	17	58
		Pomacentrus similis	62		
		Pomacentrus trichorus	47	11	76
		Premnas biaculeatus			1
9	Serranidae	Epinephelus fasciatus	2		3

				elimpahan		
NO	Famili	Spesies	I	Ш	Ш	
Biota	a Asosiasi		1	11	111	
1	Diadematidae	Diadema setosum	7	10	14	
		Echinothrix calamaris	2			
3	Comatulidae	Oxycomanthus bennetti	15			
4	Serpulidae	Spirobranchus giganteus	9	3	4	
5	Theonellidae	Theonella cylindrica	10			
6	Pertosiidae	Xestospongia testudinaria	1			
7	Synaptidae	Synaptula lamperti	88			

Berdasarkan hasil identifikasi ikan karang dan kelimpahan yang terdapat pada perairan Paiton, Probolinggo maka didapatkan hasil kelimpahan ikan karang yang teramati disajikan pada tabel 4.4 yaitu ditemukan 9 famili ikan karang dengan 33 spesies dan 7 famili biota asosiasi dengan 7 spesies. Selain itu, didapatkan beberapa spesies yang mendominasi pada ekosistem terumbu karang transek I yaitu *Caesio teres* masuk kedalam famili Caesionidae dengan kelimpahan 375 ind/l dan ditemukan biota asosiasi yang dominan yaitu *Synaptula lamperti* yang banyak menempel pada spons sebanyak 88 ind/l. Kelimpahan paling tinggi pada transek II didominasi oleh *Labrichthys unilineatus* sebanyak 17 ind/l, sedangkan biota asosiasi yang mendominasi adalah *Diadema setosum* sebanyak 10 ind/l. Ikan karang yang mendominasi pada transek III adalah *Pomacentrus trichorus* yaitu sebanyak 76 ind/l, sedangkan untuk biota asosiasi yang mendominasi adalah *Diadema setosum* sebanyak 14 ind/l.

Tabel 4. 5 kelimpahan ikan karang yang ditemukan

Transek	Kelimpahan ikan karang	Kriteria Penilaian
I	996	Melimpah
II	70	Banyak
III	255	Melimpah

Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan individu dimasingmasing transek pengamatan didapatkan pada perairan Paiton, Probolinggo dikategorikan melimpah. Transek I memiliki kelimpahan ikan karang tertinggi hal ini dibuktikan dengan tutupan karang hidup pada transek I yang dikategorikan baik.

Tingginya kelimpahan karang pada transek I dikarenakan persentase tutupan karang sebesar 73% yaitu dikategorikan baik dan di dominansi oleh *Acropora Branching* dan ikan spesies *Caesio teres* sebesar 375,6 ind/l. Hal ini juga didukung oleh kondisi fisika kimia perairan pada tiap transek yang di kategorikan optimal dan mendukung kehidupan biota laut khususnya habitat ikan karang yaitu tutupan karang yang dikategorikan baik untuk pertumbuhan biota khususnya ikan karang. Kadar nutrisi yaitu nitrat yang dibutuhkan oleh ikan juga tinggi, selain itu kadar parameter yang lain termasuk DO atau oksigen terlarut yang merupakan parameter yang penting untuk metabolisme ikan dikategorikan optimal.

Kelimpahan ikan pada transek II dikategorikan banyak, hal ini dapat dipengaruhi oleh tutupan karang yang rendah (tabel 4.2) karena ekosistem terumbu karang merupakan habitat utama ikan karang untuk perkembang biakan dan pertumbuhan. Apabila karang yang merupakan habitat ikan sedikit/rendah maka ikan karang akan berpindah tempat menuju habitat yang lebih baik untuk memijah. Selain itu, adapun faktor lain yang menyebabkan rendahnya kelimpahan ikan pada transek II yaitu kondisi fisika-kimia perairan. Hasil dari pengukuran parameter fisika-kimia pada transek II yang tidak mendukung pertumbuhan yaitu tingkat kecerahan yang rendah yang menyebabkan kekeruhan pada air dan menurunkan tingkat fotosintesis *zooxanthellae* pada karang yang langsung mempengaruhi habitat utama pada ikan karang.

Tingginya tutupan karang pada transek III juga mempengaruhi tingkat kelimpahan ikan karang pada transek III, yaitu dengan tutupan 51,80% dan dengan total kelimpahan ikan karang sebanyak 255 ind/l. Tingginya kelimpahan ikan karang disebabkan karena habitat ikan karang untuk berkembang biak dan tumbuh sangat didukung dengan kondisi lingkungan termasuk parameter fisika-kimia perairan. Kondisi fisika-kimia perairan dapat dikategorikan optimal dengan kadar nitrat yang merupakan

nutrisi untuk biota laut sangat tinggi dan seluruh pengukuran parameter pada transek III di kategorikan optimal.

2. Indeks keanekaragaman Ikan Karang

Analisis indeks ekologi karang yang digunakan untuk mengetahui gambaran kondisi ekosistem terumbu karang pada perairan, Paiton, Probolinggo adalah persentase tutupan, keanekaragaman, dominansi, dan keseragaman karang disajikan dalam tabel 4.6 dengan kriteria penilaian pada tabel 2.3, tabel 2,4 dan tabel 2.5.

Tabel 4. 6 Indeks ekologi ikan karang perairan Paiton, Probolinggo

		Indeks Ekologi	
Transek	Keanekaragaman (H')	Dominansi (D)	Keseragamar (E)
I	2,199**	0,04*	0,64**
II	1,848*	0,13*	0,80***
III	2,354**	0,14*	0,73**

Kriteria Penilaian: Tinggi***, Sedang**, Rendah*

Nilai indeks keanekargaman (H') yang di dapat pada transek I yaitu 2,199 dapat dikategorikan keanekaramanannya sedang, transek II yaitu 1,848 keanekaragaman ikan karang dikategorikan rendah. Sedangkan pada transek III yaitu 2,324 sama dengan transek I, keanekaragamannya dikategorikan sedang karena kriteria pengelompokan tingkat keanekaragaman yaitu >2,00 (English, 1997). Hasil dari data pada tabel 4.6 dapat diketahui bahwa pada transek I dan transek III memiliki keanekaragaman ikan yang sedang, sedangkan pada transek II dikategorikan keanekaragaman ikan tergolong rendah. Tinggi rendahnya nilai keanekaragaman ikan dapat disebabkan oleh faktor fisika-kimia perairan ataupun kondisi ekosistem terumbu karang pada tiap transek yang merupakan habitat ikan karang. Tingkat keanekaragaman suatu biota dikategorikan tinggi apabila jumlah spesies dengan jumlah individu masing masing spesies relatif merata. Apabila pada suatu perairan hanya memiliki spesies biota yang sedikit dan jumlah individu tiap spesies tidak merata maka keanekaragaman pada transek tersebut dikategorikan rendah (Barus, 2004).

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 - 1,00 semakin tinggi nilai D didapatkan (mendekati nilai 1,00) berarti tingkat yang keanekaragamannya dalam suatu ekosistem semakin rendah, karena terdapat jenis-jenis yang mendominasi, hal ini disajikan pada tabel 4.6 mengenai kategori tingkat dominansi ikan karang. Sebaliknya jika semakin mendekati 0,00 maka tingkat keanekaragaman di suatu ekosistem adalah semakin tinggi. Hal ini dibuktikan dengan hasil olah data yang diperoleh dari ketiga transek. Hasil indeks dominansi pada transek I yaitu 0,04 lebih rendah jika dibandingkan dengan transek II dan III dominansi ikan karang pada transek I termasuk rendah, hal ini dibuktikan dengan hasil keanekaragaman yang sedang sampai tinggi pada transek I tidak ada spesies ikan karang yang mendominasi karena hasil indeks dominansi yang rendah.

Hasil indeks dominansi pada transek II tergolong rendah yaitu 0,13 sesuai dengan kategori indeks dominansi (tabel 4.6), Hasil indeks dominansi pada transek II berbanding terbalik dengan indeks keanekaragaman ikan karang, dimana semakin tinggi tingkat dominansi komunitas makan keanekaragaman jenis akan semakin rendah, hal ini dikarenakan adanya spesies yang mendominasi pada transek II yaitu spesies *Labrichthys unilineatus*. Ikan karang spesies *Labrichthys unilineatus* atau dengan nama umum keling item memiliki bentuk badan yang memanjang dan bentuk mulut menyerupai tabung. Seluruh badan berwarna hitam ketika dewasa dan memiliki garis putih horizontal pada badan ketika *juvenile*. Habitat ikan *Labrichthys unilineatus* yaitu daerah karang yang bercabang seperti *Acropora Branching* dan dapat hidup dengan kedalaman perairan 0 – 20 m (Setiawan, 2010). Hal ini sesuai dengan kondisi perairan pada transek II yang dangkal yaitu dengan kedalaman 5 m.

Tingkat dominansi yang didapatkan pada transek III didapatkan hasil dominansi tertinggi dibandingkan transek lainnya yaitu 0,14, hal ini juga berhubungan dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi yaitu tingginya kadar nitrat yang ada pada transek III. Tingginya kadar nitrat pada transek III dapat meningkatkan kondisi keanekaragaman dan dominansi pada ikan (Khasanah, 2013). Kadar nitrat juga mempunyai batasan yaitu < 2 mg/l,

dimana apabila kadar nitrat > 3 mg/l akan terjadi eutrofikasi (Effendi, 2003). Spesies ikan karang yang mendominasi pada transek III yaitu *Pomacentrus trichorus*. Ikan karang spesies ini mempunyai ciri khas bentuk tubuh oval dengan badan berwarna ke abu — abuan dengan ekor berwarna putih, memiliki sebuah nostril (lubang hidung) di kedua sisi moncongnya, sirip yang terletak pada punggungnya menyatu, bentuk ekor yang menggarpu dan banyak ditemukan pada perairan yang jernih (Setiawan, 2010). Hal ini dibuktikan dengan kondisi perairan pada transek III memiliki kecerahan yang tinggi (tabel 4.1).

Hasil indeks keseragaman ikan karang merupakan angka yang tidak bersatuan, besarnya berkisar nol sampai satu. Semakin kecil nilai suatu keseragaman, semakin kecil pula keseragaman dalam komunitas. Hasil indeks keseragaman pada transek I yaitu 0,64, keseragaman ikan karang dikategorikan tertekan karena E < 0.50. Hasil indeks keseragaman pada transek II yaitu 0,74 dapat dikategorikan keseragaman pada transek II adalah labil, karena E < 0.75, hal ini dapat dibuktikan dengan tingkat dominansi pada ekosistem ini yang sedang. Hasil indeks keseragaman pada transek III yaitu 0,70 dapat dikategorikan keseragamannya dalam kondisi labil karena E < 0,75. Nilai indeks pada tiap transek mempunyai nilai yang berkisar antara 0 - 0.75. Apabila nilai indeks keseragaman komunitas semain rendah maka semakin rendah pula keseragaman komunitas pada suatu ekositem. Hal ini dapat disebabkan karena adanya biota yang mendominasi. Apabila semakin besar nilai keseragaman biota yang menandakan komunitas tersebut stabil, maka biota pada perairan tersebut memiliki jenis yang sama atau tidak jauh berbeda (Madduppa, 2016).

Hasil indeks keseragaman pada transek I didapatkan bahwa keseragaman ikan karang dikategorikan labil atau tingkat keseragamannya sedang, hal ini dibuktikan dengan hasil indkes dominansi ikan karang pada transek I yaitu rendah. Apabila keseragaman pada suatu lokasi labil atau sedang maka akan didapatkan indeks dominansi rendah dikarenakan tidak adanya spesies yang mendominasi pada perairan tersebut, maka spesies

yang ditemukan pada transek I adalah rata dengan jumlah keseragaman yang ditemukan adalah hampir sama (Madduppa, 2016).

Hasil keseragaman pada transek lainnya yaitu pada transek II dan III didapatkan keseragaman yang lebih tinggi dibandingkan pada transek I, Hal ini dikarenakan hasil nilai indeks dominansi pada transek II dan transek III lebih tinggi dibandingkan nilai indeks dominansi pada transek I. Hasil indeks dominansi ikan karang pada transek II dan III masih dikategorikan rendah menurut tabel 4.11. Indeks ekologi antara keseragaman dan dominansi sangat berhubungan dimana semakin tinggi nilai indeks keseragaman maka nilai indeks dominansi akan menurun dikarenakan semakin sedikitnya biota yang mendominasi pada suatu lokasi (Madduppa, 2016).

4.5 Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air dengan Tutupan karang dan Struktur Komunitas Ikan Karang

Hubungan antara parameter fisika-kimia perairan dengan tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang dianalisa dengan menggunakan perhitungan hubungan PCA (principal correlation analysis) dengan software SPSS. Analisa PCA digunakan karena tidak ada ketentuan syarat tertentu dalam penggunaan metode ini, dapat digunakan untuk berbagai kondisi data, variabel asal yang digunakan tidak akan berkurang jumlahnya, tidak memerlukan uji normalitas dalam analisanya dikarenakan variabel yang digunakan disederhanakan dengan mereduksi dimensinya (Mujiyanto, 2015).

1. Hubungan parameter fisika kimia dengan tutupan karang

Hasil matriks hubungan parameter fisika kimia air dengan tutupan karang disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Matriks hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan tutupan karang

		Tutupan Karai	ng
Correlation	Suhu		-0,21
	Kecerahan		0,75
	Salinitas		0,27
	pH		0,63
	DO		0,16
	Nitrat		0,50
	Fosfat		-0,85

Hasil uji analisis hubungan PCA antara parameter fisika kimia air dengan tutupan karang didapatkan hasil hubungan positif dengan parameter kecerahan, salinitas, pH, DO, dan Nitrat, dimana hubungannya searah yaitu semakin tinggi variabel X maka akan semakin tinggi juga variabel Y. Hasil hubungan negatif juga didapatkan pada parameter suhu dan fosfat, dimana hubungan antar variabel berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya.

Hasil hubungan antara suhu perairan dengan tutupan karang yaitu hubungan negatif lemah, hal ini terjadi jika antara dua variabel atau lebih berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya. Hal ini, dikarenakan semakin tinggi suhu di suatu perairan maka tingkat kehidupan karang akan semakin menurun, kenaikan suhu air laut yang mendadak dan kontinu menjadi hangat akan menyebabkan matinya polip-polip karang dan selanjutnyan menjadi pemicu terjadinya pemutihan karang (As-Syakur & Wiyanto, 2016). Hubungan antara tutupan karang dengan suhu didapatkan hasil analisis hubungan negatif lemah, hal ini dikarenakan nilai hubungan yang didapatkan 0,00 – 0,24 maka hubungannya dikategorikan hubungan lemah (Pandiangan, 2009).

Hubungan antara parameter kecerahan dengan tutupan karang menunjukan hubungan yang sangat kuat dengan nilai hubungan positif, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,75 – 0,99 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara tutupan karang dengan kecerahan yaitu hubungan positif, hal ini dibuktikan dengan kecerahan merupakan faktor terpenting untuk *zooxanthellae* pada karang untuk fotosintesis, dimana semakin tinggi tingkat kecerahan maka akan meningkatkan kondisi karang.

Hubungan antara parameter salinitas perairan dengan tutupan karang menunjukan menunjukan hubungan yang sedang dengan nilai hubungan 0,27, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,25 – 0,4 maka hubungannya dikategorikan hubungan sedang (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara tutupan karang dengan salinitas yaitu hubungan positif, dimana di antara kedua variabel mempunyai hubungan searah, semakin rendah kadar salinitas pada ekosistem terumbu karang yang menyebabkan air menjadi tawar akan menurunkan kondisi tutupan karang, kadar salinitas merupakan parameter yang penting untuk kesuburan karang yang merupakan habitat ikan karang (Haruddin, 2011).

Hubungan antara pH dengan tutupan karang menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan positif kuat, Apabila nilai hubungan yang didapatkan Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,5 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara tutupan karang dengan pH yaitu hubungan positif, hubungan positif menandakan bahwa kedua variabel memiliki hubungan searah. Apabila kadar pH semakin menurun yang akan menyebabkan perairan menjadi basa maka kondisi tutupan karang akan semakin menurun karena proses fotosintesis *zooxanthellae* pada karang membutuhkan kadar pH yang normal sesuai baku mutu (tabel 3.2) (Giyanto dkk, 2017).

Hubungan antara kadar oksigen terlarut dengan tutupan karang positif sangat lemah. menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan 0,16, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,00-0,24 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat lemah (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan

antara tutupan karang dengan oksigen terlarut (DO) yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah. Kadar oksigen terlarut merupakan parameter yang dibutuhkan biota untuk proses metabolisme. Semakin rendah kadar oksigen terlarut maka akan menurunkan kondisi biota laut dan dapat menyebabkan kematian (Faturohman dkk, 2016).

Hubungan antara nitrat dengan tutupan karang menunjukan nilai hubungan positif yang kuat, hal ini diperkuat dengan Pandiangan (2009) dimana jika hasil hubungan adalah 0,5 – 0,74 maka dapat dikategorikan hubungannya kuat. Hasil hubungan antara tutupan karang dengan nitrat yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah, dimana semakin rendah variabel X maka nilai variabel Y akan rendah. Semakin rendah kadar nitrat pada suatu perairan maka kondisi ekosistem khususnya ekosistem terumbu karang akan semakin menurun. Kadar nitrat pada suatu perairan merupakan hal yang sangat penting dibutuhkan oleh organisme khususnya karang (Khasanah, 2013).

Hubungan antara fosfat dengan tutupan karang didapatkan hasil analisis hubungan negatif sangat kuat, hal ini dikarenakan nilai hubungan yang didapatkan 0,75 – 0,99 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara fosfat dengan tutupan karang yaitu hubungan negatif, hal ini terjadi jika antara dua variabel atau lebih berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya, yang berarti semakin tinggi fosfat maka kondisi karang akan semakin memburuk karena terlalu banyaknya zat hara yang berada pada suatu perairan, dan dapat menimbulkan eutrofikasi pada perairan tersebut (Effendi, 2003).

2. Hubungan parameter fisika kimia dengan kelimpahan ikan karang

Hasil matriks hubungan parameter fisika kimia air dengan kelimpahan ikan karang disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Matriks hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan ikan karang

		Kelimpahan IK
Correlation	Suhu	-0,54
	Kecerahan	0,47
	Salinitas	0,58
	pH	0,86
	DO	0,50
	Nitrat	0,17
	Fosfat	-0,62

Hasil uji analisis hubungan PCA antara parameter fisika kimia air dengan kelimpahan ikan karang didapatkan hasil hubungan positif dengan parameter kecerahan, salinitas, pH, DO, dan Nitrat, dimana hubungannya searah yaitu semakin tinggi variabel X maka akan semakin tinggi juga variabel Y. Hasil hubungan negatif juga didapatkan pada parameter suhu dan fosfat, dimana hubungan antar variabel berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya.

Hasil hubungan antara suhu perairan dengan kelimpahan ikan karang yaitu hubungan negatif kuat, hal ini terjadi jika antara dua variabel atau lebih berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya. Hal ini, dikarenakan semakin tinggi suhu di suatu perairan maka tingkat kehidupan karang akan semakin menurun, kenaikan suhu air laut yang mendadak dan kontinu menjadi hangat akan menyebabkan matinya polip-polip karang dan selanjutnyan menjadi pemicu terjadinya pemutihan karang, dimana semakin menurunnya kondisi karang sebagai habitat asli ikan karang maka akan menurunkan kelimpahan ikan pada suatu perairan (As-Syakur dan Wiyanto, 2016). Hubungan antara kelimpahan ikan karang dengan suhu didapatkan hasil analisis hubungan negatif kuat, hal ini dikarenakan nilai hubungan

yang didapatkan 0.5 - 0.74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009).

Hubungan antara parameter kecerahan dengan kelimpahan ikan karang menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan positif sedang, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,25 – 0,4 maka hubungannya dikategorikan hubungan sedang (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara kelimpahan ikan karang dengan kecerahan yaitu hubungan positif, dimana semakin rendah intensitas cahaya yang di terima perairan maka akan menurunkan kelimpahan ikan karang. Biota laut khususnya untuk ikan karang memerlukan cahaya yang menghasilkan perairan menjadi hangat dikarenakan apabila intensitas cahaya menurun, maka akan berpengaruh terhadap suhu perairan yang mengakibatkan penurunan kelimpahan ikan (As-Syakur dan Wiyanto, 2016).

Hubungan antara parameter salinitas perairan dengan kelimpahan ikan karang menunjukan menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan 0,58, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,50 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara kelimpahan ikan karang dengan salinitas yaitu hubungan positif, dimana di antara kedua variabel mempunyai hubungan searah, semakin rendah kadar salinitas pada ekosistem terumbu karang yang menyebabkan air menjadi tawar akan menurunkan kelimpahan ikan karang, kadar salinitas merupakan parameter yang penting untuk kesuburan karang yang merupakan habitat ikan karang (Haruddin, 2011).

Hubungan antara pH dengan kelimpahan ikan karang menunjukan hubungan yang sangat kuat dengan nilai hubungan positif, Apabila nilai hubungan yang didapatkan Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,75 – 0,99 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara kelimpahan ikan karang dengan pH yaitu hubungan positif, hubungan positif menandakan bahwa kedua variabel memiliki hubungan searah. Apabila kadar pH semakin menurun yang akan menyebabkan perairan menjadi basa maka kondisi tutupan karang akan semakin menurun karena proses fotosintesis *zooxanthellae* pada karang

membutuhkan kadar pH yang normal sesuai baku mutu (tabel 3.2) karena karang merupakan habitat asli ikan karang (Giyanto dkk, 2017).

Hubungan antara kadar oksigen terlarut dengan kelimpahan ikan karang positif kuat, menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan 0,50, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,50 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara kelimpahan dengan oksigen terlarut (DO) yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah. Kadar oksigen terlarut merupakan parameter yang dibutuhkan biota untuk proses metabolisme. Semakin rendah kadar oksigen terlarut maka akan menurunkan kondisi biota laut dan dapat menyebabkan kematian (Faturohman dkk, 2016).

Hubungan antara nitrat dengan kelimpahan ikan karang menunjukan nilai hubungan positif rendah, hal ini diperkuat dengan Pandiangan (2009) dimana jika hasil hubungan adalah 0,00 – 0,24 maka dapat dikategorikan hubungannya rendah. Hasil hubungan antara tutupan karang dengan nitrat yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah, dimana semakin rendah variabel X maka nilai variabel Y akan rendah. Semakin rendah kadar nitrat pada suatu perairan maka kondisi ekosistem khususnya ekosistem terumbu karang akan semakin menurun. Kadar nitrat pada suatu perairan merupakan hal yang sangat penting dibutuhkan oleh organisme khususnya ikan karang (Khasanah, 2013).

Hubungan antara fosfat dengan kelimpahan ikan karang didapatkan hasil analisis hubungan negatif yang kuat, hal ini dikarenakan nilai hubungan yang didapatkan 0,5 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara fosfat dengan kelimpahan ikan karang yaitu hubungan negatif kuat, hal ini terjadi jika antara dua variabel atau lebih berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya, yang berarti semakin tinggi fosfat maka kondisi kelimpahan karang akan semakin memburuk karena terlalu banyaknya zat hara yang

berada pada suatu perairan, dan dapat menimbulkan eutrofikasi pada perairan tersebut (Effendi, 2003).

3. Hubungan parameter fisika kimia dengan keanekaragaman ikan karang Hasil matriks hubungan parameter fisika kimia air dengan keanekaragaman ikan karang disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Matriks hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan keanekaragaman ikan karang

		Keanekaragaman IK
Correlation	Suhu	-0,55
	Kecerahan	0,99
	Salinitas	0,50
	pH	0,11
	DO	0,59
	Nitrat	0,97
	Fosfat	-0,96

Hasil uji analisis hubungan PCA antara parameter fisika kimia air dengan keanekaragaman ikan karang didapatkan hasil hubungan positif dengan parameter kecerahan, salinitas, pH, DO, dan Nitrat, dimana hubungannya searah yaitu semakin tinggi variabel X maka akan semakin tinggi juga variabel Y. Hasil hubungan negatif juga didapatkan pada parameter suhu dan fosfat, dimana hubungan antar variabel berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya.

Hasil hubungan antara suhu perairan dengan keanekaragaman ikan karang yaitu hubungan negatif kuat, hubungan negatif antara dua variabel berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya. Hal ini, dikarenakan semakin tinggi suhu di suatu perairan maka tingkat kehidupan karang akan semakin menurun, kenaikan suhu air laut yang mendadak dan kontinu menjadi hangat akan menyebabkan matinya polip-polip karang dan selanjutnyan menjadi pemicu terjadinya pemutihan karang, dimana semakin menurunnya kondisi karang sebagai habitat asli ikan karang maka akan menurunkan keanekaragaman ikan pada suatu perairan (As-Syakur dan Wiyanto, 2016). Hubungan antara keanekaragaman ikan karang dengan suhu didapatkan hasil analisis hubungan negatif kuat, hal ini dikarenakan

nilai hubungan yang didapatkan 0,5 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009).

Hubungan antara parameter kecerahan dengan keanekaragaman ikan karang menunjukan hubungan yang sangat kuat dengan nilai hubungan positif, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,75 – 0,99 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara keanekaragaman ikan karang dengan kecerahan yaitu hubungan positif, dimana semakin rendah intensitas cahaya yang di terima perairan maka akan menurunkan keanekaragaman ikan karang. Biota laut khususnya untuk ikan karang memerlukan cahaya yang menghasilkan perairan menjadi hangat dikarenakan apabila intensitas cahaya menurun, maka akan berpengaruh terhadap suhu perairan yang mengakibatkan penurunan keanekaragaman ikan karang (As-Syakur dan Wiyanto, 2016).

Hubungan antara parameter salinitas perairan dengan keanekragaman ikan karang menunjukan menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan 0,50, Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,5 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara kelimpahan ikan karang dengan salinitas yaitu hubungan positif, dimana di antara kedua variabel mempunyai hubungan searah, semakin rendah kadar salinitas pada ekosistem terumbu karang yang menyebabkan air menjadi tawar akan menurunkan keanekaragaman ikan karang, kadar salinitas merupakan parameter yang penting untuk kesuburan karang yang merupakan habitat ikan karang (Haruddin, 2011).

Hubungan antara pH dengan kelimpahan ikan karang menunjukan hubungan yang lemah dengan nilai hubungan positif, Apabila nilai hubungan yang didapatkan Apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,00 – 0,24 maka hubungannya dikategorikan hubungan lemah (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara keanekaragaman ikan karang dengan pH yaitu hubungan positif, hubungan positif menandakan bahwa kedua variabel memiliki hubungan searah. Apabila kadar pH semakin menurun yang akan menyebabkan perairan menjadi basa maka kondisi tutupan karang akan semakin menurun karena proses fotosintesis *zooxanthellae* pada karang

membutuhkan kadar pH yang normal sesuai baku mutu (tabel 3.2) karena karang merupakan habitat asli ikan karang (Giyanto dkk, 2017).

Hubungan antara kadar oksigen terlarut dengan keanekaragaman ikan karang positif kuat, menunjukan hubungan yang kuat dengan nilai hubungan 0,500, apabila nilai hubungan yang didapatkan 0,50 – 0,74 maka hubungannya dikategorikan hubungan kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara keanekaragaman ikan karang dengan oksigen terlarut (DO) yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah. Kadar oksigen terlarut merupakan parameter yang dibutuhkan biota untuk proses metabolisme. Semakin rendah kadar oksigen terlarut maka akan menurunkan kondisi biota laut dan dapat menyebabkan kematian (Faturohman dkk, 2016).

Hubungan antara nitrat dengan kelimpahan ikan karang menunjukan nilai hubungan positif sangat kuat, hal ini diperkuat dengan Pandiangan (2009) dimana jika hasil hubungan adalah 0,75 – 0,99 maka dapat dikategorikan hubungannya sangat kuat. Hasil hubungan antara tutupan karang dengan nitrat yaitu hubungan positif, dimana kedua variabel memiliki hubungan searah, dimana semakin rendah variabel X maka nilai variabel Y akan rendah. Semakin rendah kadar nitrat pada suatu perairan maka kondisi ekosistem khususnya ekosistem terumbu karang akan semakin menurun. Kadar nitrat pada suatu perairan merupakan hal yang sangat penting dibutuhkan oleh organisme khususnya ikan karang (Khasanah, 2013).

Hubungan antara fosfat dengan kelimpahan ikan karang didapatkan hasil analisis hubungan negatif sangat kuat, hal ini dikarenakan nilai hubungan yang didapatkan 0,75 – 0,99 maka hubungannya dikategorikan hubungan sangat kuat (Pandiangan, 2009). Hasil hubungan antara fosfat dengan keanekaragaman ikan karang yaitu hubungan negatif sangat kuat, antara dua variabel berjalan berlawanan yang berarti jika variabel X mengalami kenaikan maka variabel Y mengalami penurunan atau sebaliknya, yang berarti semakin tinggi fosfat maka kondisi keanekaragaman ikan karang akan semakin memburuk karena terlalu

banyaknya zat hara yang berada pada suatu perairan, dan dapat menimbulkan eutrofikasi pada perairan tersebut (Effendi, 2003).





BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan hasil pengukuran kondisi parameter fisika-kimia air yang diperoleh pada perairan Paiton, Probolinggo didapatkan kondisi perairan yang masih sesuai baku mutu KEMENLH (2004) dan mendukung untuk ekosistem terumbu karang.
- 2. Tutupan dasar dan kondisi karang hidup yang ditemukan pada perairan Paiton, Probolinggo dikategorikan sedang hingga baik.
- 3. Struktur komunitas ikan karang pada perairan Paiton, Probolinggo dikategorikan banyak hingga melimpah, dengan keanekaragaman rendah hingga sedang.
- 4. Hubungan parameter fisika-kimia perairan dengan tutupan karang dan struktur komunitas ikan karang mempunyai hubungan positif dimana antar variabel memiliki hubungan selaras, semakin turun nilai variabel X maka variabel Y akan menurun, hubungan positif didapatkan pada parameter kecerahan, salinitas, pH, DO, nitrat. Hubungan negatif yaitu dimana antar variabel berhubungan terbalik, semakin naik variabel X maka variabel Y akan menurun, didapatkan pada parameter suhu dan fosfat.

5.2 Saran

- 1. Data parameter fisika kimia air perlu ditambah pengambilan sedimen dan arus pada tiap transek untuk mengetahui total padatan tersuspensi yang mempengaruhi ekositem terumbu karang.
- 2. Perlu ditambahkan stasiun pengambilan data agar data yang dapat lebih valid dan akurat



DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R. 2000. Marine Fishes of South East Asia. Kaleidoscope Pront and Prepress Periplus Edition, Perth, Western Australia.
- As-Syakur, A. R., & Wiyanto., D. B. (2016). Studi Kondisi Hidrologi Sebagai Lokasi Penempatan Terumbu Buatan di Perairan Tanjung Benoa Bali. Jurnal Kelautan. 9 (1), 86-92
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. Medan: USU Press.
- Barus, T. A. 2018. Bentuk Pertumbuhan Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. Vol. 10 No. 3.
- Bengen, D.G. 2002. Ekosistem dan sumberdaya alam pesisir dan laut serta prinsip pengelolaannya : Sinopsis. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB
- Berumen ML, Pratchett MS. 2006. Recovery without resilience: persistent disturbance and long-term shifts in the structure of fish and coral communities at Tiahura Reef, Moorea. Coral Reefs. 25(4): 647-653.
- BLH-LPPM, 2013. Laporan Akhir Identifikasi Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang. Kerjasma antara Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Institut Tekonologi Sepuluh Nopember Surabaya 2013
- Bouchon-Navaro Y., C. Bouchon, and M. L. Harmelin-Vivien. 1996. *Impact of coral degradation on a chaetodontid fish assemblage (Moorea, French Polynesia)*. In: Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti, 5: 427-432.
- Cesar, H. 2000. *Collected Essay on the Economics of Coral Reefs*. Cordio, Department for Biology and Environmental Sciences, Kalmar University. Sweden.

- Chabanet, P., H Ralambondrainy, M Amanieu, G Faure, and R Gaizin. 1997.

 Relationship between coral reef substrat and fish. Coral Reef (16): P.93102.
- Dahuri,R. 2000. Pendayagunaan Sumberdaya Kelautan Untuk Kesejahteraan Masyarakat. LISPI. Jakarta
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Jakarta. PT. Gramedia
- Dzialowski, A.R., Dzialowski, W., Shih-Hsien, L., Niang-Choo, J.H. & Huggins, D.G. 2008. Effects of sediment resuspension on nutrient consentrations and alga biomass in reservoir of the Central Plains. Lake Reservoir Manage. 24:313-320. doi: 10.1080/07438140809354 841.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Kanisius.
- Emor, D. 1993. Hubungan Koresponden Antara Pola Sebaran Komunitas Karang dan Komunitas Ikan di Terumbu Karang Pulau Bunaken. Tesis. Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, 95 hlm.
- English S, Wilkinson C, Baker V. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Towns ville: Australian Institute of Marine Science.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Water Quality Criteria.Mid-AtlanticIntegrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological ResearchSeries Washington: 595 pp.
- Faturohman, I., Sunarto, Isni Nurruhwati. 2016. *Hubungan Kelimpahan Planton dengan Suhu Perairan Laut di sekitar PLTU Cirebon*. Jurnal Perikanan Kelautan Vol. VII No. 1 /Juni 2016 (115-122).
- Fachrul, M. F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara
- Giyanto, Abrar M., Tri A.H., Agus B. 2017. *Status Terumbu Karang di Indonesia* 2017. Jakarta. COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

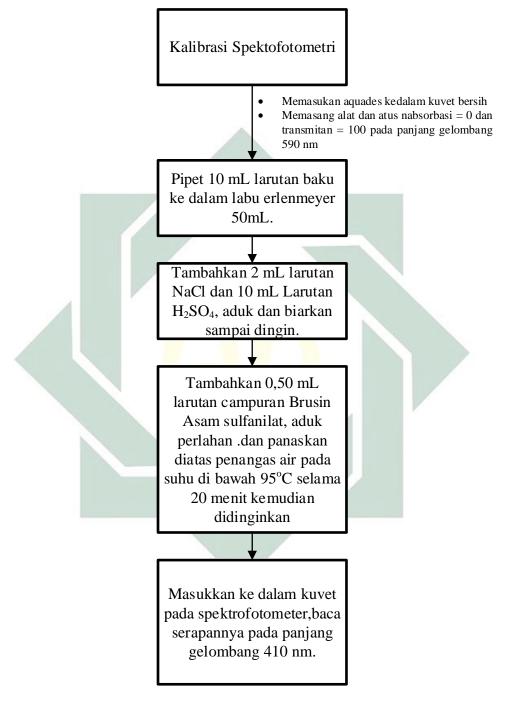
- Guntur. 2011. Ekologi Karang Pada Terumbu Buatan. Ghalia Indonesia: Bogor
- Haruddin. A., Edi. P, dan Sri B. 2011. *Dampak Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang Terhadap Hasil Penangkapan Ikan Oleh Nelayan Secara Tradisional Di Pulau Siompu Kabupaten Buton Propinsi*. Jurnal Eko sains. Vol. III. No. 3. Dinas Pendidikan Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara. Prodi Ilmu LingkunganPascasarjana Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Haerul. 2013. Analisis Keragaman dan Kondisi Terumbu Karang di Pulau Sarappolompo, Kab. Pangkep. Makassar. Ilmu Kelautan Universeitas Hasanuddin
- Joni. 2015. Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Acropora formosa Hasil Transplantasi pada Kedalaman Berbeda. Skripsi. Fakultas ilmu kelautan dan perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Juniarsa, E. F., Swiss W., Agus Y., Arif P.,2013. *Ikan Karang Taman Nasional Baluran*. Situbondo. Balai Taman Nasional Baluran.
- Ketchum, D.H., 1969. Eutrophication ofestuaries. In: Eutrophication Causes, Consequences, Corrective. National Academy of Sciences, Washington, D.C.: 197-209.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51.2004. *Baku Mutu Air Untuk Biota*. Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Khasanah, R., I., 2013. *Kelimpahan dan keanekaragaman plankton di perairan selat bali*. Indonesia Journal of Marine Sciences. Vol 18, No 4 (2013).
- Kordi, M. Ghufron. 2010. Ekosistem Terumbu Karang. Jakarta. Rineka Cipta
- Kuiter RH. 1992. Tropical Reef-Fishes of the Western Pacific, Indonesia and Adajacent Waters. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 314 pp.
- Maddupa, H., 2016. *Modul Pelatihan Teknik Analisis Kuantitatif Data*. Fakultas Perikanan dan ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.

- Manuputty, A. E. N. 1986. *Marine Biology, Environment, Diversity and Ecology*. Benjamin/Cumings Publishing Co.
- Mattjik. A.A., dan I. M. Sumertajaya. 2006. *Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi SAS dan MINITAB*, Jilid I. IPB-Press, Bogor.
- Moberg F, and C Folke, 1999. *Ecological goods and service of coral reef ecosystems*. *Ecologycal Economic*, 20: 215-233.
- Muchtar, M. & Simanjuntak, M. (2008). Karakteristik dan Fluktuasi Zat Hara Fosfat, Nitrat, dan Derajat Keasaman (pH) di Estuari Cisadane pada Musim yang Berbeda dalam Ekosistem Estuari Cisadane. Jakarta: LIPI Press.
- Mujiyanto, 2015. Panduan Praktis: Penerapan Analisis Komponen Utama (AKU) atau Principal Component Analisis (PCA).
- Nelson, Joseph S., 2006. Fish of the World. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Nybakken, J.W. 1993. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1994. *Dasar-dasar Ekologi*. Catatan ke-3. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pandiangan, S., L. 2009. Studi Keanekaragaman Ikan Karang di Kawasan Perairan Bagian Barat Pulau Rubiah Nanggroe Aceh Darussalam. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Partini. 2009. Efek Sedimentasi terhadap Terumbu Karang di Pantai Timur Kabupaten Bintan. Skripsi. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.

- Pasanea, Y. E., 2013. Kondisi Terumbu Karang dan Penyusunan Konsep StrategisPengawasan Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Mansinam, Kabupaten Manokwari. Naskah Skripsi-S1, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Patty, Simon I. 2015. *Karakteristik Fosfat, Nitrat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara*. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Vol. 2 (1).
- Saptarini, D., Mukhtasor, Inneke F. 2016. Variasi Bentuk Pertumbuhan (lifeform) karang di perairan sekitar kegiatan pembangkit listrik, studi kasus kawasan perairan PLTU, Jawa Timur: Prosiding. Vol.5 No. 2
- Setiapermana, D. 1996. Potensi Wisata Bahari Pulau Mapor. P30-LIPI, Jakarta.
- Setiawan, Fakhrizal. 2010. Panduan Lapangan Identifikasi Ikan Karang dan Invertebrata Laut Dilengkapi Dengan Metode Monitoringnya. Bogor. IPB
- Shodiqin, M. A. 2016. Studi Total Suspended Solid Dantranparansi Perairan Menggunakan Citrasatelit Worldview-2 Sebagai Faktorpembatas Pertumbuhan Terumbu Karang. Skripsi. Fakultas teknik sipil dan perencanaan. Institu Teknologi Sepuluh Nopember.
- Siregar, M. H. 2009. Studi Keanekaragaman Plankton di Hulu Sungai Asahan Porsea. Skiripsi. USU, Medan.
- Sopandi, U. 2000. Asosiasi Kenaekaragaman Spesies Ikan Karang dengan Persentase Penutupan Karang (Life form)di Perairan Pantai Pesisir Tengah dan Pesisir Utara Lampung Barat. Skripsi. FPIK. Institut Pertanian Bogor
- Suharsono. 1996. *Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Oseanologi-LIPI
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Jakarta: Djambatan
- Supriyanto, J. 2004. Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi. Rieka Cipta. Jakarta.

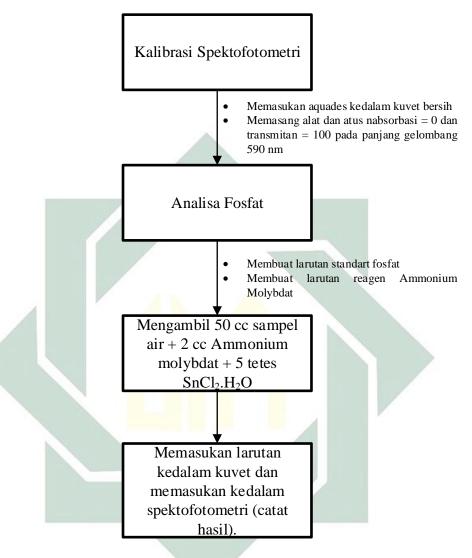
- TERANGI. 2011. Pengenalan Bentuk Pertumbuhan Karang dan Rangka Struktur Kapur Karang. Jakarta: TERANGI.
- Thobroni, A. Y. 2008. Fikih Kelautan II: Etika Pengelolaan Laut dalam Perspektif Al-Qur'an. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan. UIN Suska Riau.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas; Part One*. Periplus Edition (HK) Ltd. Singapore.
- UNEP, 1993, Developing Large Environmental Databases for Sustainable Development: UNEP/IUFRO International Workshop, July 14-16, 1993, Nairobi, Kenya, Proceedings.

Lampiran 1 Flowchart Cara Kerja Spektofotometri untuk mengukur kadar nitrat



Gambar 1. Flowchart pengukuran nitrat

Lampiran 2 Flowchart Cara Kerja Spektofotometri untuk mengukur kadar fosfat



Gambar 2. Flowchart pengukuran fosfat

Tabel 1. Form untuk data hasil Parameter fisika-kimia air

Parameter	Т	ransek	Ι	T	ransek	II	Tra	nsek	III
Suhu (⁰ C)									
Salinitas $(^0/_{00})$									
Kecerahan (m)									
рН									
DO				A					
Nitrat			1						
Fosfat									

Tabel 2. Hasil Pengambilan data Parameter Fisika Kimia Air dengan 3 kali pengulangan

Parameter	Satuan		Transek 1	[Tı	ransek I	I	Т	ransek II	Π
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kedalaman	m	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0	8,0	8,0	8,0
Suhu	°c	30,2	30,3	30,3	30,5	30,5	30,4	31	31,2	31,2
kecerahan	m	5,0	5,5	5,0	2,5	2,5	3,0	6	5	6
salinitas	‰	31,0	31,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	30,0	30,0
pН	-	7,0	7,5	7,0	7,3	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
DO	mg/l	6,4	6,4	6,37	6,2	6,28	6,3	5,7	5,6	5,7
Nitrat	mg/l	0,055	0,055	0,055	0	0	0	0,103	0,103	0,103
Fosfat	mg/l	0,022	0,022	0,022	0,25	0,25	0,25	0,011	0,011	0.011

Tabel 3. Form Data lifeform Terumbu Karang

LIFEFORM	Panja	ang Transect (5	50 m)
Karang Hidup	I	II	III
Acropora Branching	2933	232	529
Acropora Digitate	30	60	131
Acropora Tabulate	29	340	488
Coral Mushroom	80	0	174
Coral Submassive	364	80	17
Coral Foliose	19	0	370
Coral Encrusting	79	105	180
Coral Massive	132	605	701
Total	3666	1422	2590
Karang Mati	I	II	III
Ruble	256	70	939
Sand	128	1985	379
Death coral	278	0	103
Dead coral with algae	211	821	653
Total	873	2876	2074
Other	I	II	III
Soft coral	195	582	196
Truf algae	266	120	140
Total	461	702	336
Total Transek	5000	5000	5000

Tabel 4. Data Ikan Karang pada transek I

NO	Spesies	Jumlah
	IKAN KARANG	
1	Abudefduf sexfasciatus	15
2	Abudefduf vaigiensis	23
3	Amblyglyphidodon aureus	35
4	Amblyglyphidodon curacao	18
5	Bodianus mesothorax	37
6	Caesio teres	1878
7	Chaetodon humeralis	15
8	Chaetodon octofasiatus	17
9	Epibulus insidiator	35
10	Epinephelus fasciatus	6
11	Halichoeres leucoxanthus	196
12	Halichoeres melanochir	189
13	Heniochus varius	28
14	Labrichthys unilineatus	19
15	Labroides dimidiatus	35
16	Lutjanus biguttatus	46
17	Myripristis hexagona	26
18	Neoglyphidodon melas	604
19	Pomacentrus moluc <mark>cens</mark> is	357
20	Pomacentrus similis	307
21	Pomacentrus trichorus	235
22	Regal demoiselle	395
23	Scolopsis bilineatus	39
24	Thalassoma lunare	424
	Total	4979
	BIOTA ASOSIASI	
1	Diadema setosum	33
2	Echinothrix calamaris	9
3	Oxcycomanthus bennetti	75
4	Spirobranchus giganteus	47
5	Theonella cylindrica	52
6	Xestospongia testudinaria	6
7	Synaptula lamperti	438
	Total	10618

Tabel 5. Data Ikan Karang pada transek II

NO	Spesies	Jumlah
1	Abudefduf sexfasciatus	6
2	Amblyglyphidodon curacao	5
3	Labrichthys unilineatus	43
4	Labroides dimdiatus	10
5	Pomacentrus moluccensis	42
6	Pomacentrus trichorus	27
7	Regal demoiselle	13
8	Thalasoma lunare	28
	BIOTA ASOSIASI	
1	Diadema setosum	26
2	Spirobranchus giganteus	7
	Total	207

Tabel 6. Data Ikan Karang pada transek III

NO	Spesies	J <mark>um</mark> lah
	IKAN KARANG	
1	Abudefduf octofasci <mark>atu</mark> s	8
2	Abudefduf sexfasci <mark>atu</mark> s	27
3	Abudefduf vaigiens <mark>is</mark>	6
4	Amblyglyphidodon <mark>au</mark> reus	26
5	Amblyglyphidodon <mark>curacao</mark>	32
6	Bodianus mesothorax	15
7	Cheilinus fasciatus	19
8	Cheilodipterus isostigmus	27
9	Chrysiptera springeri	13
10	Epinephelus Fasciatus	12
11	halichoeres leucoxanthus	46
12	Labrichthys unilineatus	42
13	Labroides bicolor	5
14	labroides dimidiatus	11
15	Myripristis hexagona	13
16	Neoglyphidodon melas	86
17	Pomacentrus alexanderae	10
18	Pomacentrus auriventris	27
19	pomacentrus moluccensis	229
20	Pomacentrus trichorus	304
21	Premnas biaculeatus	1
22	Scolopis ciliatus	9
23	Thalassoma lunare	50
	BIOTA ASOSIASI	1018
1	Diadema setosum	53
2	Spirobranchus giganteus	16
	Total	2105



Gambar 9. Ikan karang spesies *Chaetodon Octofasiatus*

Gambar 10. Ikan karang spesies *Bodianus* mesothorax





Gambar 23. Biota asosiasi spesies *Echinothrix* calamaris.

Gambar 24. Biota asosiasi spesies *Heteractis* magnifica