

**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

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1



(Misbakhul 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

  
Dian Sari Maisaroh, M. Si  
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](mailto: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 :

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 29 Juli 2019

Penulis

( Shada Maziyyah )



























# 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 ( $\text{CaCO}_3$ ) 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 :



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 parameter lingkungan di sekitar ekosistem terumbu karang dapat 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 Probolinggo 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. Mengetahui 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.
3. 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*.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## 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 berkembang biakan bagi biota yang berada dalam laut (Dahuri, 2000).

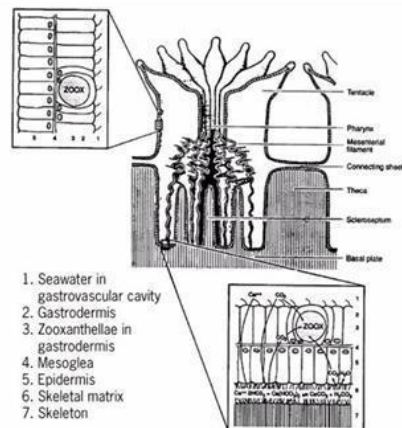
Terumbu karang merupakan ekosistem yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air. Hewan karang, yang merupakan penyusun utama terumbu karang, terdiri dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang 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  $\text{CaCO}_3$  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 ( $\text{CaCO}_3$ ), 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



(Sumber: Terangi, 2011)

Gambar 2.1 Anatomi Polip Karang

Karang memiliki 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 lubang-lubang 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 penenggelaman 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 menunjukkan 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



### 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 (*Serranidae*), baronang (*Siganidae*), ikan ekor kuning (*Caesionidae*), ikan kakaktua (*Scaridae*), ikan lencam (*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





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‰. 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 Faturrohman 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 nutrisi untuk pertumbuhan biota pada ekosistem terumbu karang. Berdasarkan KEMENLH (2004) tentang baku mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar nutrisi nitrat yang optimal untuk biota perairan tidak melebihi dari 0,008 mg/l. Hasil yang didapatkan pada ekosistem terumbu.

## 7. Fosfat

Fosfat merupakan nutrisi penting bagi pertumbuhan dan perkembangan terumbu karang. Nutrisi fosfat juga dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang dan biota laut lainnya, jika kandungannya pada perairan dalam kondisi yang kurang optimal. Nybakken (1993), menyatakan bahwa fosfat merupakan zat organik penting sebagai faktor pembatas dan digunakan zooxanthellae untuk tumbuh.

### 2.4 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 *lifecycle* karang dapat dicari dengan rumus berikut (English et.al, 1997) :

$$\% C_i = \left( \frac{p_i}{P} \right) 100\% \quad \dots \quad (2.4.1)$$

Keterangan :

$C_i$  = persen penutupan suatu *lifecycle* karang

$p_i$  = panjang total suatu kategori *lifecycle*

$P$  = panjang transek

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

$$\% C = \left( \frac{n \cdot pi}{p} \right) 100\% \quad \dots \quad (2.4.2)$$

Keterangan :

- C = persen penutupan *lifecycle* karang
- pi = panjang total suatu kategori *lifecycle*
- n. pi = panjang total seluruh kategori *lifecycle*
- p = panjang transek

Tabel 2. 1 Pengelompokan 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) :

$$X = \frac{xi}{n} \quad \dots \quad (2.4.3)$$

Keterangan :

- X = Kelimpahan ikan karang (ind/m<sup>3</sup>)
- xi = jumlah ikan pada transek pengamatan ke-i
- n = volume transek pengamatan (50 x 4 x 5 m<sup>3</sup>)

Tabel 2. 2 Kriteria kelimpahan ikan karang (COREMAP)

Kelimpahan ikan karang	Kriteria Penilaian
< 50	Sedikit
50 - 100	Banyak
> 100	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.

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

Keterangan :

$H'$  = Indeks Diversitas *Shannon-Wiener*

$N_i$  = 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.

$$D = \sum \left[ \frac{N_i}{N} \right]^2 \dots \quad (2.4.5)$$

Keterangan :

$D$  = Indeks Dominansi Simpson

$N_i$  = 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 :

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} \quad \dots \quad (2.4.6)$$

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.

Keanekaragaman	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



- c. Apabila hubungan  $(r) = 0$ , dua hubungan yang tidak ada hubungan sama sekali (hubungan  $x$  dan  $y$  lemah sekali), hubungan sama dengan nol menunjukkan 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  $07^{\circ}42'50.84''$  T  $113^{\circ}33'36.49''$ . 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, keanekaragaman 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 terhadap 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,UVC, 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)







































































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 *liform* karang pada transek I tergolong paling tinggi, hal ini didukung dengan hasil keanekaragaman yang paling rendah pada transek I (Tabel 4.3) karenautupan *liform* karang hidup pada transek I didominasi oleh salah satu *liform* yaitu *Acropora Branching*. Karang *Acropora* merupakan karang yang sering dijumpai pada perairan Indonesia (Haerul, 2013). *Liform* 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 *liform* karang yang mendominasi karena hasil indeks dominansi yang rendah dan hasil indeks keanekaragaman yang tinggi.

Hasil indeks keseragaman *liform* 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 *liform* 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















Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 – 1,00 semakin tinggi nilai D yang didapatkan (mendekati nilai 1,00) berarti tingkat 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 maka 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  $< 2 \text{ mg/l}$ ,













































- 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 Lingkungan Pascasarjana 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 of estuaries. 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/Cummings 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. Ecological 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 Strategis Pengawasan 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 Dan tranparansi Perairan Menggunakan Citrasatelit Worldview-2 Sebagai Faktor pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang*. Skripsi. Fakultas teknik sipil dan perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Siregar, M. H. 2009. *Studi Keanekaragaman Plankton di Hulu Sungai Asahan Porsea*. Skripsi. USU, Medan.
- Sopandi, U. 2000. *Asosiasi Keanekaragaman 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.

