

**ANALISIS KONDISI KESEHATAN KARANG DI PERAIRAN PANTAI
PULAU PAHAWANG, LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**ALHADY JALIL ISLAMY PUTRA YULIUS
NPM 1754221006**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

THE ANALYSIS OF HEALTH CONDITION OF CORAL IN COASTAL WATERS PAHAWANG ISLAND, LAMPUNG

By

ALHADY JALIL ISLAMY PUTRA YULIUS

Coral reefs on Pahawang Island have been declining due to tourism activities and other factors. These factors have been affecty the existence of coral reefs and have been affecty the health of coral reefs on Pahawang Island. The aims of this study were to identified the diversity of coral, analyzed the community structure of coral, to determined the health index of coral reef, and to determining the snorkeling tourism suitability index in Pahawang Island. This research was conducted from September to October 2021 in the waters of Pahawang Island, Pesawaran Regency, Lampung Province. Coral reef observations were carried out by using the Underwater photo transect (UPT) method with a line transect of 74 meters parallel to the shoreline. The photo generated with that method was analyzed by using CPCe software. The result of this study found 8 families which were consist of 27 specieses with acroporidae being the dominant family. The coral observed 10 types of life forms with non-acropora being the dominant life form. The community structure showed that the coral reef in Pahawang Island has high pressure indicated by low diversity index and high similarity index. There was similarity between not tourist area and tourist area shown by the Bray-Curtis index. The health index showed bad condition indicated by high dead coral and overgrown with algae. The other result, snorkeling tourism suitability index shows that Pahawang Island was not suitable for snorkeling activity indicated by the low live coral coverage.

Key words: Coral reef, diversity, snorkeling, Pahawang

ABSTRAK

ANALISIS KONDISI KESEHATAN KARANG DI PERAIRAN PANTAI PULAU PAHAWANG, LAMPUNG

Oleh

ALHADY JALIL ISLAMY PUTRA YULIUS

Terumbu karang di Pulau Pahawang mengalami penurunan yang disebabkan oleh aktivitas pariwisata dan faktor lainnya. Faktor-faktor tersebut memengaruhi keberadaan terumbu karang dan memengaruhi kesehatan terumbu karang di Pulau Pahawang. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman karang, menganalisis struktur komunitas karang, menentukan indeks kesehatan karang, dan menentukan indeks kesesuaian wisata *snorkeling* di Pulau Pahawang. Penelitian dilaksanakan pada bulan September dan Oktober 2021 di perairan Pulau Pahawang, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pengamatan terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode *underwater photo transect* (UPT) dengan transek garis sepanjang 74 meter sejajar garis pantai. Foto yang dihasilkan dengan metode tersebut dianalisis menggunakan *software* CPCe. Hasil penelitian ditemukan 8 famili yang terdiri dari 27 spesies dengan famili dominan acroporidae. Diamati terdapat 10 jenis bentuk pertumbuhan karang dengan dominasi non-Acropora. Struktur komunitas menunjukkan bahwa terumbu karang di Pulau Pahawang memiliki tekanan tinggi yang ditunjukkan dengan indeks keanekaragaman yang rendah dan indeks keseragaman yang tinggi. Terdapat kemiripan antara bukan daerah wisata dan daerah wisata yang ditunjukkan oleh indeks Bray-Curtis. Indeks kesehatan menunjukkan kondisi buruk yang ditunjukkan dengan tingginya karang mati dan ditumbuhi alga. Hasil lainnya, indeks kesesuaian wisata *snorkling* menunjukan Pulau Pahawang tidak cocok untuk aktivitas *snorkeling* yang ditunjukkan dengan tutupan karang hidup yang rendah.

Kata kunci: *Terumbu karang, keanekaragaman, snorkeling, Pahawang.*

**ANALISIS KONDISI KESEHATAN KARANG DI PERAIRAN PANTAI
PULAU PAHAWANG, LAMPUNG**

Oleh

ALHADY JALIL ISLAMY PUTRA YULIUS

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **ANALISIS KONDISI KESEHATAN KARANG DI PERAIRAN PANTAI PULAU PAHAWANG, LAMPUNG**

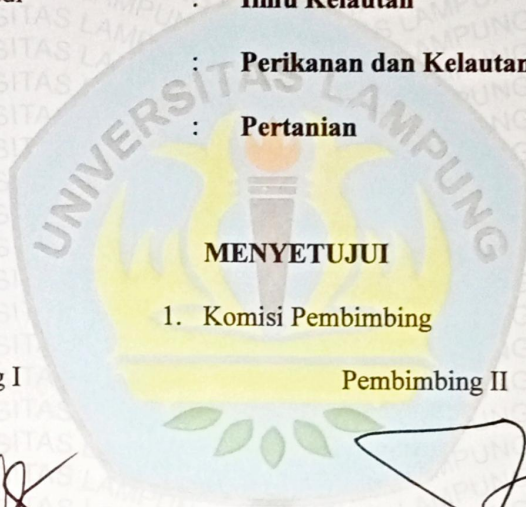
Nama Mahasiswa : **Alhady Jalil Islamy Putra Yulius**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1754221006**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing I

Pembimbing II

Eko Efendi, S.T., M.Si.
NIP. 197803292003121001

Dr. Henky Mayaguez, S.Pi., M.T.
NIP. 197505162002121007

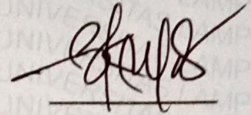
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

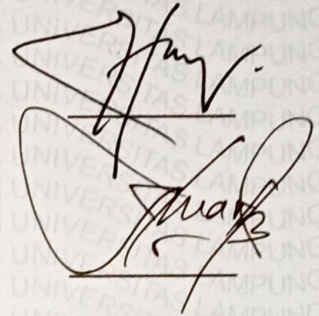
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Eko Efendi, S.T., M.Si.



Sekretaris : Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.



Anggota : Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIDN 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : 8 Agustus 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alhady Jalil Islamy Putra Yulius

NPM : 1754221006

Judul Skripsi : Analisis Kondisi Kesehatan Karang di Perairan Pantai Pulau
Pahawang, Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain. Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

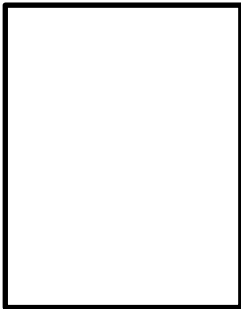
Bandar Lampung, 20 Juni 2023



METERAI
TEMPEL
5000
850AKX457725823

Alhady Jalil Islamy Putra Yulius

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung, pada tanggal 29 Mei 1999 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Edi Yulius dan Ibu Nila Kartika Sari. Penulis menempuh pendidikan formal di Taman Kanak-kanak Pewa Desa Natar Lampung tahun 2004–2005, Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Natar Lampung tahun 2005–2007 dan SD Al-Kautsar Kota Bandar Lampung tahun 2007–2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 29 Bandar Lampung tahun 2011–2014, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 9 Bandar Lampung tahun 2014 – 2017. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi di Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2017.

Penulis pernah aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila sebagai anggota muda pada periode 2018–2019. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Renang dan Oseanografi Umum pada tahun 2018–2020. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Srimulyo, Kecamatan Bandar Negeri Suoh, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari – Februari 2020. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Pantai Ketapang dengan judul “Valuasi Ekonomi dengan Metode Travel Cost pada Wisata Pantai Bahari Ketapang dalam Masa Covid 19”.

MOTTO HIDUP

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)”

(Q.S Al Insyirah: 6-7)

“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”

(Q.S Al-Baqarah: 45)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

(Q.S Al-Imran : 73)

“Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik”

(HR. Thabrani)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah atas segala berkat, rahmat, kemudahan serta izin yang Allah SWT berikan kepadaku. Kepada kedua orang tuaku dengan penuh rasa cinta, kasih dan sayang tiada ujung kupersembahkan imbuhan kecil di belakang namaku untukmu.

Orang tua tercinta yakni, Ibu Nila Kartika Sari dan Bapak Edi Yulius, yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis dan tak bosan untuk selalu memotivasi juga menasehati penulis setiap saat dan memberikan dukungan yang begitu besar kepada penulis hingga dengan lancar dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung.

Kakak dan adikkku tersayang Almer Javier Islamy Putra Yulius dan Alharits Jasir Islamy Putra Yulius yang selalu memberikan semangat dan dukungannya. Teman-teman seperjuangan Jurusan Perikanan dan Kelautan '17, khususnya untuk kelas Ilmu Kelautan '17 yang sangat saya sayangi, dan umumnya untuk teman semua yang tak dapat saya sebutkan namanya satu per satu, yang selalu memberikan motivasi, dorongan dan semangat juang untuk penulis.

SEKITA

Almamaterku Tercinta "Universitas Lampung"

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah melimpahkan segala kenikmatan-Nya sehingga penulis mampu menyusun skripsi yang berjudul “Analisis Kondisi Kesehatan Karang di perairan Pantai Pulau Pahawang, Lampung” yang berlokasi di Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran. Penelitian disusun untuk memenuhi syarat sebagai Sarjana Sains.

Dalam penyusunan skripsi, penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
3. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I.
4. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Dr. Moh Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji.
6. Kedua orangtua penulis, Ayahanda Edi Yulius, S.E., M.M. dan Ibunda Nila Kartika Sari, S.H. yang telah mendoakan dan memberi semangat pantang menyerah, serta keluarga besar penulis yang telah memberikan doa dan dukungannya terhadap penulis.

7. Rifqi Syaiful Irsyad, Naufal Afif Pane, Alfredo Parngoluan Ompusunggu, Afif Fahza Nurmalik, Raniah Mahfuzhah yang banyak membantu dalam proses penelitian, serta semangat dalam proses penyusunan skripsi.
8. Teman - teman Jurusan Perikanan dan Kelautan.

Dengan adanya penelitian yang dilakukan, penulis berharap dapat membantu dan memberi informasi kepada mahasiswa lain dan juga masyarakat umum. Penulis juga memohon maaf apabila terdapat banyak kesalahan dalam penulisan penelitian.

Bandar Lampung,

Alhady Jalil Islamy Putra Yulius
NPM.1754221006

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biologi Terumbu Karang	4
2.2 Bentuk Pertumbuhan Karang	5
2.3 Kesehatan Karang	11
2.4 Struktur komunitas.....	12
2.4.1 Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi.....	12
2.4.2 Indeks Kesamaan Jenis <i>Bray-Curtis</i>	13
2.5 Indeks Kesesuaian Wisata.....	14
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.3 Prosedur Penelitian	18
3.3.1 Pembuatan Plot Pengamatan	19
3.3.2 Pengambilan Data	19
3.3.3 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Identifikasi Karang.....	27
4.2 Struktur Komunitas Terumbu Karang	32
4.3 Kesehatan Karang	34
4.4 Kesesuaian Wisata <i>Snorkeling</i> Pulau Pahawang	36

V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	18
2. Nilai persentase dan kriteria kondisi tutupan karang	21
3. Nilai variabel tutupan karang hidup dan tutupan pecahan karang	24
4. Kategori kesehatan karang dan potensi pemulihannya	25
5. Matriks kesesuaian wisata <i>snorkeling</i>	26
6. Kelas kategori kesesuaian wisata <i>snorkeling</i>	26
7. Spesies karang dan persentase kehadiran di setiap stasiun	29
8. Bentuk pertumbuhan dan persentase kehadiran di setiap stasiun	31
9. Nilai indeks kenaekaragaman, keseragaman, dan dominansi karang	32
10. Persentase tutupan kategori bentuk.....	34
11. Persentase tutupan karang dan patahan karang	35
12. Nilai indeks kesesuaian wisata <i>snorkeling</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	3
2. Anatomi polip karang	4
3. Aksial koralit dan radial koralit pada bentuk pertumbuhan	5
4. Bentuk-bentuk pertumbuhan acropora	7
5. Bentuk bentuk pertumbuhan non-acropora	10
6. Lokasi Pulau Pahawang	17
7. Ilustrasi pengambilan data karang	19
8. Persentase famili karang yang ditemukan di lokasi penelitian	27
9. Filum karang yang ditemukan	28
10. Indeks kesamaan habitat	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi.....	48
2. Perhitungan indeks kesesuaian lokasi wisata <i>snorkeling</i>	52

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Pahawang terletak di Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pulau Pahawang sejak dahulu hingga sekarang sudah menjadi destinasi wisata seperti *snorkeling* dan selam. Menurut Alvi (2018), data wisatawan Pulau Pahawang pada tahun 2016 mencapai angka 81.933 wisatawan per-tahun dan terus meningkat tiap tahunnya. Aktivitas wisata bahari ini dikhawatirkan dapat memengaruhi kondisi terumbu karang di Pulau Pahawang. Barus (2018) menyatakan bahwa persentaseutupan terumbu karang di Pulau Pahawang sebesar 45,74%. Badriawan (2019), menyatakan bahwa persentaseutupan karang di Pulau Pahawang sebesar 32,11%. Hakim (2019), menyatakan bahwa Pulau Pahawang termasuk dalam kategori sakit dengan persentaseutupan karang hidup yang rendah dibandingkan karang matinya.

Kegiatan *snorkeling* memberikan kontribusi terhadap perubahan kondisi ekosistem karang. Peningkatan kegiatan pariwisata akan berdampak terhadap perubahan kondisi lingkungan (Mutahari dkk., 2019). Beberapa penelitian menunjukkan adanya kontak wisatawan yang menyebabkan kerusakan karang. Zakai dan Furman (2002), menyatakan bahwa setiap 10 kali kontak perpenyelaman akan menyebabkan teraduknya sedimen dan mengakibatkan patahan pada karang. Menurut Luna dkk. (2009), kontak penyelam dengan sedimen dasar perairan terjadi 41,20 kali per 10 menit. Poonian dkk. (2010) menyatakan bahwa terjadi kontak wisatawan dengan karang keras antara 0,87 hingga 2,98 kali setiap 10 menit. Kegiatan *snorkeling* di Pulau Pahawang memberikan dampak kerusakan sebesar 40,40% dari total kerusakan per tahun terhadap luasan ekologis karang.

Kerusakan terumbu karang akibat aktivitas wisata memberikan pengaruh terhadap tutupan terumbu karang. Tutupan karang termasuk dari salah satu indikator dalam mengukur kesehatan karang, persentase tutupan yang tinggi dapat menunjukkan kondisi karang yang sehat (Suharsono dan Sumadhidarga, 2014). Luasan tutupan terumbu karang di Pulau Pahawang belum diteliti secara berkala. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk memantau perubahan luasan sebagai dampak kegiatan wisata. Penelitian tentang perubahan luasan tutupan terumbu karang penting dilakukan untuk mengetahui kondisi kesehatan karang di Pulau Pahawang.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk:

1. mengidentifikasi jenis karang di Pulau Pahawang.
2. menganalisis struktur komunitas karang di Pulau Pahawang.
3. menganalisis kesehatan karang di Pulau Pahawang.
4. menganalisis kesesuaian wisata *snorkeling* berdasarkan kondisi kesehatan karang di Pulau Pahawang.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

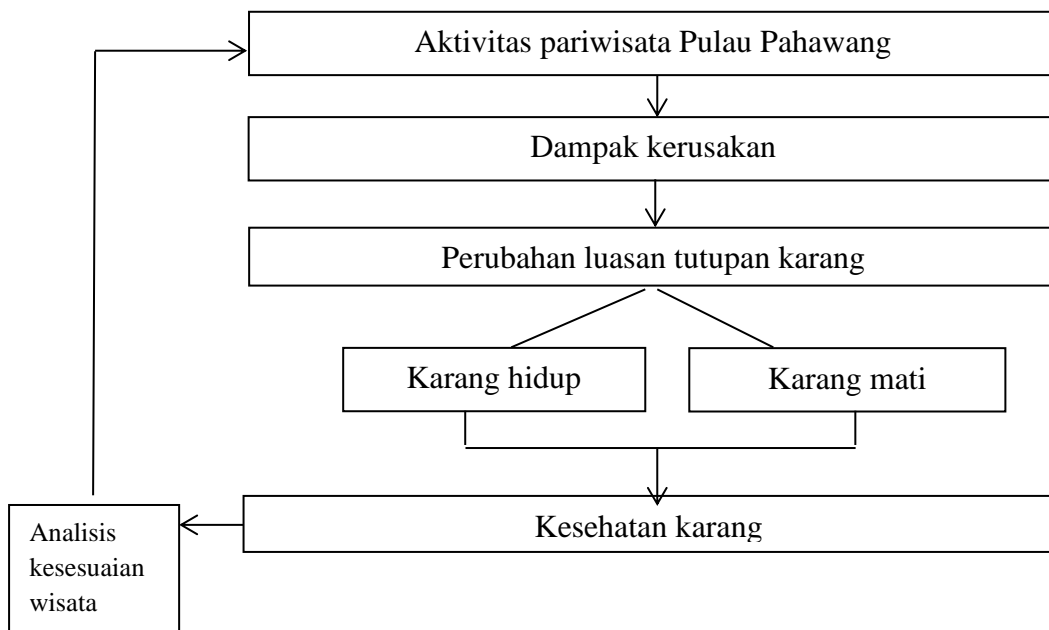
1. memberikan informasi mengenai kondisi tutupan dan kesehatan karang di Pulau Pahawang.
2. memberi informasi untuk pemerintah dalam mengelola karang khususnya dari pengaruh kegiatan pariwisata *snorkeling*, dan
3. dapat digunakan sebagai bahan referensi penelitian lanjutan dalam bidang serupa.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Kegiatan pariwisata di Pulau Pahawang berdampak terhadap lingkungan, salah satunya terhadap kondisi kesehatan karang. Kegiatan pariwisata memiliki dampak langsung terhadap terumbu karang akibat terinjak, pengadukan dasar perairan, dan penambatan jangkar kapal yang menyebabkan kerusakan terumbu karang.

Kerusakan terumbu karang akan mengurangi tutupan karang hidup. Tutupan karang hidup merupakan indikator kesehatan karang.

Kondisi kesehatan terumbu karang dapat diketahui dari pengukuran perubahan tutupan karang hidup dan karang mati. Tutupan karang hidup merupakan indikator kesehatan yang dilihat berdasarkan faktor kondisi terkini dan faktor pemulihan. Kriteria karang sehat jika memiliki persentase karang hidup dan potensi pemulihan yang tinggi. Faktor pemulihan karang yang dihitung berdasarkan tutupan *fleshy seaweed* dan tutupan pecahan karang (*rubble*). Kondisi kesehatan berdasarkan persentase tutupan karang hidup akan berpengaruh terhadap keragaman biota yang berasosiasi. Secara ringkas kerangka pikir penelitian disajikan pada Gambar 1.

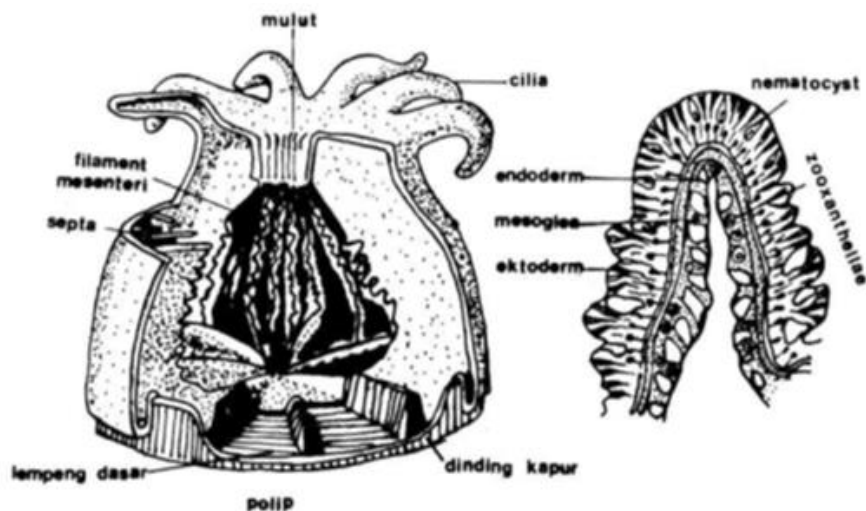


Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan kumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga (Supriharyono, 2007). Karang merupakan hewan avertebrata laut yang berbentuk seperti ubur-ubur terbalik yang sering disebut polip (Gambar 2) (Hadi dkk., 2018). Rangka luar polip terdiri dari kristal CaCO_3 yang terbuat dari proses sekresi (Zurba, 2019). Polip berbentuk kantung yang berisi air dilengkapi dengan tentakel yang mengelilingi mulutnya, dan terlihat seperti anemon kecil (Suharsono, 2008). Menurut Megawati dan Wati (2010), mulut polip berada di bagian atas yang juga berfungsi sebagai anus. Tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Tenggorokan yang pendek menghubungkan mulut dengan rongga perut. Rongga perut berisi *mesenteric filamen* yang berfungsi sebagai alat pencernaan.



Gambar 2. Anatomi polip karang.
Sumber: Rudianto (2019)

Karang mendapatkan makanannya dengan cara menangkap *zooplankton* dan dari hasil fotosintesis *zooxanthellae*. *Zooxanthellae* hidup di jaringan karang. Kebutuhan *zooxanthellae* untuk fotosintesis berupa karbon dioksida dihasilkan dari respirasi karang. Materi anorganik seperti nitrat dan fosfat diperoleh dari hasil metabolisme karang (Suharsono, 2008).

2.2 Bentuk Perutumbuhan Karang

Karang dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu karang keras dan karang lunak. Karang keras merupakan kelompok karang yang dapat menyekresikan rangka kapur sehingga membentuk terumbu (Supriharyono, 2007). Karang lunak merupakan kelompok karang yang tidak bisa menyekresikan rangka kapur sehingga tidak bisa membentuk terumbu (Hadi dkk., 2018). Bentuk pertumbuhan karang keras dibagi menjadi 2 kelompok yaitu acropora dan non-acropora. Pada karang acropora dicirikan dengan 2 macam koralit, yaitu aksial koralit dan radial koralit. Aksial koralit memiliki ukuran lebih panjang daripada radial koralit dimana berfungsi sebagai calon cabang baru bagi koloni karang. Pada karang non-acropora hanya ditemukan 1 koralit saja yaitu pada sisi radial (English *et al.*, 1994). Aksial koralit dan radial koralit disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Aksial koralit dan radial koralit pada bentuk pertumbuhan acropora (A), dan radial koralit pada bentuk pertumbuhan non-acropora (B).
Sumber: Suharsono (2008)

Bentuk pertumbuhan Acropora terdiri dari: bentuk bercabang (*branching*), bentuk meja (*tabulate*), bentuk sub masif (*sub massive*), bentuk mengerak (*encrusting*),

dan bentuk menjari (*digitate*) (English *et al.*, 1994). Bentuk-bentuk pertumbuhan karang *Acropora* dijelaskan dalam uraian berikut ini,

1. Bentuk bercabang (*Acropora branching*)

Acropora branching memiliki ciri bentuk pertumbuhan yang bercabang seperti tanduk rusa atau ranting pohon. Bentuk percabangannya tidak teratur, jika sudah membentuk koloni yang besar maka akan sulit untuk membedakan cabang utama. *Acropora* merupakan bentuk karang yang memiliki pertumbuhan yang cepat. *Acropora branching* memiliki ukuran diameter cabang yang kecil, sehingga sangat rapuh dan mudah patah apabila berbenturan dengan benda keras (English *et al.*, 1994). Contoh bentuk pertumbuhan *Acropora branching* adalah jenis *Acropora sp* (Gambar 4a).

2. Bentuk meja (*Acropora tabulate*)

Acropora tabulate merupakan bentuk pertumbuhan yang memiliki percabangan ke arah horizontal dengan satu cabang utama yang menopang cabang yang lainnya. Bentuk percabangan ini menyerupai bentuk meja sebagai hasil perluasan koloni yang berfungsi untuk pertahanan terhadap arus yang kuat (Muzaky, 2010). Contoh karang dengan tipe bentuk pertumbuhan *Acropora tabulate* adalah *Acropora hyacinthus* (Gambar 4b).

3. Bentuk sub masif (*Acropora submassive*)

Acropora submassive memiliki bentuk pertumbuhan seperti kubah dengan banyak tonjolan-tonjolan sebesar kepalan tangan. Jenis pertumbuhan *submassive* banyak ditemukan di daerah rata-rata terumbu (Suryanti dkk., 2011). Contoh spesies karang dengan bentuk pertumbuhan *Acropora submassive* adalah *Acropora palifera* (Gambar 4c).

4. Bentuk mengerak (*Acropora encrusting*)

Acropora encrusting merupakan bentuk pertumbuhan karang yang mendatar dan mendominasi pada daerah sepanjang tepi lereng terumbu. Bentuk pertumbuhan ini akan mengikuti substrat dasar. Bentuk pertumbuhan ini memiliki ciri pada bagian

pinggir karang tidak menempel sempurna. Bentuk pertumbuhan *Acropora encrusting* disajikan pada Gambar 4d.

5. Bentuk menjari (*Acropora digitate*)

Acropora digitate adalah bentuk pertumbuhan yang memiliki ciri percabangan menjari dengan satu pangkal percabangan utama. Pangkal koloni karang lebih besar dibanding dengan percabangan. Jenis pertumbuhan *Acropora digitate* memiliki keunikan yaitu pertumbuhan cabang ke arah samping (Barus dkk., 2018). Bentuk pertumbuhan *Acropora digitate* disajikan pada Gambar 4e.



a. *Acropora branching*



b. *Acropora tabulate*



c. *Acropora submassive*



d. *Acropora encrusting*



e. *Acropora digitate*

Gambar 4. Bentuk bentuk pertumbuhan acropora.
Sumber: Suharsono (2008)

Bentuk pertumbuhan non-acropora terdiri dari 6 jenis yaitu bentuk bercabang (*branching*), bentuk mengerak (*encrusting*), bentuk submasif (*submassive*), bentuk masif (*massive*), bentuk karang jamur (*mushroom*), dan bentuk lembaran (*foliose*) (English *et al.*, 1994). Bentuk-bentuk pertumbuhan non-acropora diuraikan sebagai berikut:

1. *Coral branching*

Coral branching memiliki bentuk pertumbuhan yang hampir sama seperti *Acropora branching* yaitu seperti tanduk rusa atau ranting pohon, namun *coral branching* pada bentuk pertumbuhan non acropora memiliki cabang yang lebih panjang (Suharsono, 2008). Bentuk pertumbuhan *coral branching* disajikan pada Gambar 5a.

2. *Coral encrusting*

Coral encrusting (Gambar 5b) memiliki pertumbuhan mendatar yang mendominasi di sepanjang tepi lereng terumbu dan mengikuti substrat dasar berbatu. Bentuk pertumbuhan *coral encrusting* menyerupai dasar terumbu dengan permukaan yang kasar dan keras serta berlubang kecil. Bentuk pertumbuhan tersebut memiliki ciri pada bagian pinggir karang tidak menempel sempurna (Suharsono, 2008).

3. *Coral foliose*

Coral foliose memiliki bentuk pertumbuhan berupa lembaran dan berlapis-lapis dengan penampakan dari atas seperti bunga mawar yang menonjol pada dasar terumbu. Bentuk seperti lembaran mengindikasikan bahwa pertumbuhan jenis ini banyak ditemukan di daerah yang memiliki intensitas cahaya yang cukup (Barus dkk., 2018). Bentuk pertumbuhan *coral foliose* disajikan pada Gambar 5c.

4. *Coral massive*

Coral massive memiliki bentuk pertumbuhan seperti kubah, tampak kokoh dan sangat padat, sehingga memiliki ketahanan tubuh yang kuat pada kondisi lingkungan yang ekstrim. Bentuk tubuh yang kokoh menjadikan jenis ini umumnya ditemukan di sepanjang tepi terumbu karang dan bagian atas lereng terumbu. (Zurba, 2019). Bentuk pertumbuhan ini antara lain dari genus *Porites*, *Favia*, *Favites*,

Diploastrea dan masih banyak yang lain. Bentuk pertumbuhan *coral massive* disajikan pada Gambar 5d.

5. *Coral submassive*

Coral submassive memiliki bentuk pertumbuhan seperti kubah dengan banyak tonjolan-tonjolan sebesar kepalan tangan. Jenis *coral submassive* tumbuh di daerah yang memiliki gelombang yang kuat. Spesies yang memiliki bentuk pertumbuhan ini antara lain *Stylophora*, *Psamocora* dan *Porites* (English *et al.*, 1994). Bentuk pertumbuhan *coral submassive* disajikan pada Gambar 5e.

6. *Coral mushroom*

Coral mushroom memiliki bentuk pertumbuhan seperti jamur, bulat seperti piring atau memanjang seperti lidah. Bentuk pertumbuhan ini tidak menempel pada substrat sehingga dapat hidup secara soliter dan dapat berpindah dari suatu habitat ke habitat lainnya. Pertumbuhan yang soliter dan dapat berpindah tempat membuat jenis ini umumnya ditemukan tersebar di perairan Indo-Pasifik (Hermanto, 2013). Bentuk pertumbuhan *coral mushroom* disajikan pada Gambar 5f.



a. *Coral branching*



b. *Coral encrusting*



c. *Coral foliose*



d. *Coral massive*



e. *Coral submassive*



f. *Coral mushroom*

Gambar 5. Bentuk pertumbuhan non-acropora
Sumber: Suharsono (2008).

2.3 Kesehatan Karang

Kondisi kesehatan karang diukur berdasarkan tutupan substrat dasar perairan terumbu (bentik) (Khaidir dkk., 2020). Indikator kesehatan karang diperoleh dari persentase tutupan karang hidup dan potensi pemulihan karang (Siringoringo dkk., 2014). Potensi pemulihan didapatkan dari persentase tutupan *fleshy seaweed* dan tutupan pecahan karang (*rubble*) (Gusmadi, 2019).

Supriharyono (2007) mengukur kesehatan ekosistem dengan mengintegrasikan kesehatan terumbu karang dan dimensi sosial masyarakat. Salah satu komponen kesehatan ekosistem adalah nilai indeks kesehatan terumbu karang. Indeks kesehatan terumbu karang dihitung dari nilai keanekaragaman hayati terdiri dari komponen keanekaragaman karang, ikan, jenis yang terancam punah, rasio antara karang dan alga, rugositas, dan faktor abiotik meliputi kualitas perairan dan laju sedimentasi.

Metode penilaian kesehatan terumbu karang di Indonesia menggunakan dua komponen utama yaitu komponen bentik dan komponen ikan karang. Komponen bentik sangat dipengaruhi oleh kondisi terkini tutupan karang hidupnya dan tingkat resiliensinya. Tingkat resiliensi adalah kemampuan untuk beradaptasi dan bertahan terhadap gangguan atau tekanan, serta kemampuan untuk dapat pulih ke kondisi semula (Giyanto dkk., 2017). Komponen ikan karang sangat dipengaruhi oleh terumbu karang. Secara ekologis, terumbu karang berfungsi sebagai tempat pemijahan, tempat mencari makan, dan tempat asuhan ikan-ikan. Jika kesehatan terumbu karang rusak, maka ikan-ikan karang tidak punya tempat untuk mencari makan, tempat pengasuhan, dan tempat memijah (Prianto, 2019).

Faktor penyebab kerusakan terumbu karang di Indonesia disebabkan oleh berbagai hal, seperti kegiatan wisata, sedimentasi, pencemaran perairan, penambangan karang, penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan (penggunaan bom atau racun sianida), badai dan ombak yang kuat, meningkatnya populasi predator karang (*Acanthaster planci*), dan pemutihan karang karena meningkatnya suhu perairan (Suharsono, 2014).

Kegiatan wisata seperti *snorkeling* dan *diving* memberikan kontribusi terhadap perubahan kondisi ekosistem terumbu karang (Indarjo, 2015). Beberapa perilaku wisatawan berpotensi merusak terumbu karang seperti menendang karang, berjalan di atas karang, serta penambatan jangkar kapal (Mutahari dkk., 2019). Dampak yang diakibatkan oleh masing-masing perilaku wisatawan terhadap terumbu karang sangat kecil, namun secara kumulatif perilaku tersebut dapat memberikan tekanan terhadap terumbu karang dan memengaruhi persentase tutupan karang.

2.4 Struktur Komunitas

2.4.1 Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi

Indeks keanekaragaman adalah ukuran kuantitatif (jumlah) yang mencerminkan berapa banyak jenis berbeda yang ada dalam kumpulan data (komunitas). Indeks keanekaragaman secara bersamaan dapat memperhitungkan hubungan filogenetik di antara individu yang didistribusikan di antara jenis-jenis tersebut, seperti kekayaan, *divergensi*, atau pemerataan (Rawtani *et al.*, 2016). Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengukur kelimpahan komunitas berdasarkan jumlah jenis spesies dan jumlah individu dari setiap spesies pada suatu lokasi. Semakin banyak jumlah jenis spesies, semakin beragam komunitasnya. Indeks ini juga mengasumsikan bila semakin banyak individu dari setiap spesies, maka semakin besar peran spesies tersebut dalam komunitas walaupun kenyataannya hal tersebut tidak selalu terjadi (Arisandi dkk., 2018). Indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk melihat kompleksitas yang terdapat pada suatu komunitas. Semakin tinggi tingkat keanekaragaman maka akan semakin kompleks interaksi yang mungkin terjadi antar spesies (Leksono, 2010). Komponen utama yang dimiliki oleh keanekaragaman spesies adalah kekayaan spesies (*species richness*) dan kelimpahan relatif (*relative abundance*).

Indeks keanekaragaman menggabungkan kekayaan spesies dan pemerataan dalam satu nilai. Indeks keanekaragaman seringkali sulit diinterpretasikan karena nilai indeks yang sama bisa dihasilkan dari berbagai kombinasi kekayaan spesies dan pemerataan (Zurba, 2019). Nilai keanekaragaman yang sama bisa dihasilkan dari suatu komunitas yang tingkat kekayaan spesiesnya rendah tetapi pemerataannya

tinggi atau komunitas dengan kekayaan spesies tinggi, namun kemerataannya rendah (Leksono, 2010). Alfizar dan Amin (2021), menyatakan bahwa indeks yang paling banyak digunakan dalam menentukan keanekaragaman jenis adalah indeks Shanon Wiener (H').

Indeks keseragaman berfungsi untuk menggambarkan sifat organisme yang mendiami suatu komunitas yang dihuni oleh organisme yang sama. Keseragaman dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Nilai keseragaman bergantung pada individu yang ditemukan, jika individu yang ditemukan berasal dari spesies yang berbeda-beda, maka nilai keseragaman akan besar. Indeks keseragaman juga dapat digunakan untuk menentukan dominansi suatu area dengan cara pendugaan yang baik (Amrullah dkk., 2021).

Indeks dominansi digunakan untuk menggambarkan suatu kondisi dimana komunitas didominasi oleh suatu organisme tertentu. Dominasi suatu spesies akan menggambarkan perubahan struktur komunitas suatu perairan serta efek gangguan pada komposisi, struktur dan laju pertumbuhannya. Jika nilai indeks dominansi mendekati satu berarti suatu komunitas didominasi oleh jenis tertentu, dan jika nilai indeks dominansi mendekati nol berarti tidak ada yang dominan (Odum, 1993).

2.4.2 Indeks Kesamaan Jenis *Bray-Curtis*

Analisis kelompok adalah salah satu dari metode dalam analisis multivariat yang memiliki tujuan utama untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Analisis kelompok mengelompokkan individu atau objek penelitian, sehingga setiap objek yang paling dekat kesamaannya dengan objek lain berada dalam kelompok yang sama. Kelompok-kelompok yang terbentuk dalam satu kelompok mempunyai ciri yang relatif sama (homogen), sedangkan antar kelompok mempunyai ciri yang berbeda (heterogen). Pengelompokan ini dilakukan berdasarkan variabel-variabel yang diamati (Usman dan Sobari, 2013).

Untuk mendapatkan kelompok yang sehomogen mungkin, maka yang digunakan dasar untuk mengelompokkan adalah kesamaan skor nilai yang dianalisis. Semakin kecil besaran jarak suatu individu terhadap individu lain, maka semakin besar ke-miripan individu tersebut. Data mengenai ukuran kesamaan tersebut kemudian dilakukan pengelompokkan sehingga dapat ditentukan individu yang masuk kelompok tertentu (Gudono, 2014).

Ciri-ciri analisis kelompok yang baik yaitu mempunyai:

1. Homogenitas (*within-cluster*), yaitu kesamaan yang tinggi antar anggota dalam satu kelompok.
2. Heterogenitas (*between-cluster*), yaitu perbedaan tinggi antar kelompok yang satu dengan kelompok yang lain.

2.5 Indeks Kesesuaian Wisata

Kesesuaian wisata merupakan sebuah metode untuk menilai kesesuaian antara karakteristik suatu perairan dan sumberdaya di dalamnya dan pemanfaatannya di bidang pariwisata (Pratikto dan Munasik, 2014). Kesesuaian wisata dapat diukur menggunakan indeks kesesuaian wisata. Indeks kesesuaian wisata diukur untuk bentuk kegiatan wisata yang berbeda, seperti wisata rekreasi pantai, wisata mangrove, wisata selam, wisata *snorkeling*, wisata lamun, wisata pancing, dan wisata selancar (Yulius dkk., 2018).

Wisata rekreasi pantai merupakan wisata yang dilakukan pengunjung dengan pantai sebagai objek utama wisata (Hidayat, 2011). Sanam dan Adikampana (2014), menyatakan aktivitas yang dilakukan pengunjung pada wisata rekreasi pantai umumnya bersantai, bermain air, atau berenang di tepi pantai serta menikmati pemandangan dan panorama alam, seperti matahari terbit (*sunrise*) ataupun matahari terbenam (*sunset*). Kesesuaian wisata pantai kategori rekreasi mempertimbangkan 10 parameter, yaitu kedalaman perairan, tipe pantai, lebar pantai, material dasar perairan, kecepatan arus, kemiringan pantai, penutupan lahan pantai, biota berbahaya, dan ketersediaan air tawar.

Wisata mangrove memanfaatkan habitat mangrove beserta biota dan lingkungannya sebagai objek wisata. Kesesuaian wisata mangrove mempertimbangkan lima parameter, yaitu ketebalan mangrove, kerapatan mangrove, jenis mangrove, pasang surut, dan objek biota. Keberadaan mangrove yang terlalu rapat atau terlalu renggang kurang cocok sebagai wisata mangrove. Mangrove dengan jenis yang lebih beragam akan lebih menarik bagi pengunjung (Yulius dkk., 2018).

Wisata selam dilakukan untuk melihat keindahan terumbu karang bawah air dengan menyelam ke dalam kolom perairan sampai kedalaman tertentu. Kesesuaian wisata selam mempertimbangkan enam parameter, yaitu kecerahan perairan, tutupan komunitas karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, dan kedalaman terumbu karang (Yulianda, 2007). Perairan yang cerah dibutuhkan dalam wisata selam agar pengunjung dapat melihat dengan jelas keindahan dalam laut. Tutupan karang yang tinggi menjadi daya tarik bagi pengunjung. Jenis *life form*, lebih menarik dibandingkan dengan hamparan karang yang monoton. Jenis ikan karang yang beragam mempunyai nilai estetika yang lebih tinggi. Arus yang tidak kencang aman untuk pengunjung. Kedalaman terumbu karang yang lebih dalam dibutuhkan untuk wisata selam agar pengunjung dapat menyelam di kolom perairan (Yulius dkk., 2018).

Wisata *snorkeling* juga dilakukan untuk melihat keindahan terumbu karang bawah air, namun tetap berada di permukaan perairan. Kesesuaian wisata *snorkeling* dinilai dari tujuh parameter, yaitu kecerahan perairan, tutupan komunitas karang, jenis *life form*, jenis ikan karang, kecepatan arus, kedalaman terumbu karang, dan lebar hamparan datar karang (Yulianda, 2007). Kriteria untuk wisata *snorkeling* tidak jauh berbeda dengan wisata selam. Kecerahan perairan yang lebih tinggi dan kedalaman terumbu karang yang lebih dangkal dibutuhkan dalam wisata *snorkeling* karena pengunjung menikmati keindahan bawah air dari permukaan perairan. Lebar hamparan datar terumbu karang juga dipertimbangkan karena *snorkeling* dilakukan secara horizontal (Yulius dkk., 2018).

Kesesuaian wisata lamun mempertimbangkan tujuh parameter, yaitu tutupan lamun, kecerahan perairan, jenis ikan, jenis lamun, jenis substrat, kecepatan arus, dan kedalaman lamun. Lamun dengan tutupan yang lebih tinggi lebih menarik untuk dinikmati pengunjung. Perairan yang lebih cerah akan memudahkan pengunjung untuk menikmati keindahan hamparan lamun dari permukaan perairan. Keberadaan ikan atau biota lain yang beragam menjadi daya tarik lebih bagi ekosistem lamun sebagai wisata lamun. Jenis substrat pasir berkarang menjadi pertimbangan karena merupakan tempat tumbuh yang cocok bagi jenis lamun tersebut. Perairan yang tenang dan dangkal lebih memudahkan pengunjung dalam menikmati wisata lamun (Yulius dkk., 2018).

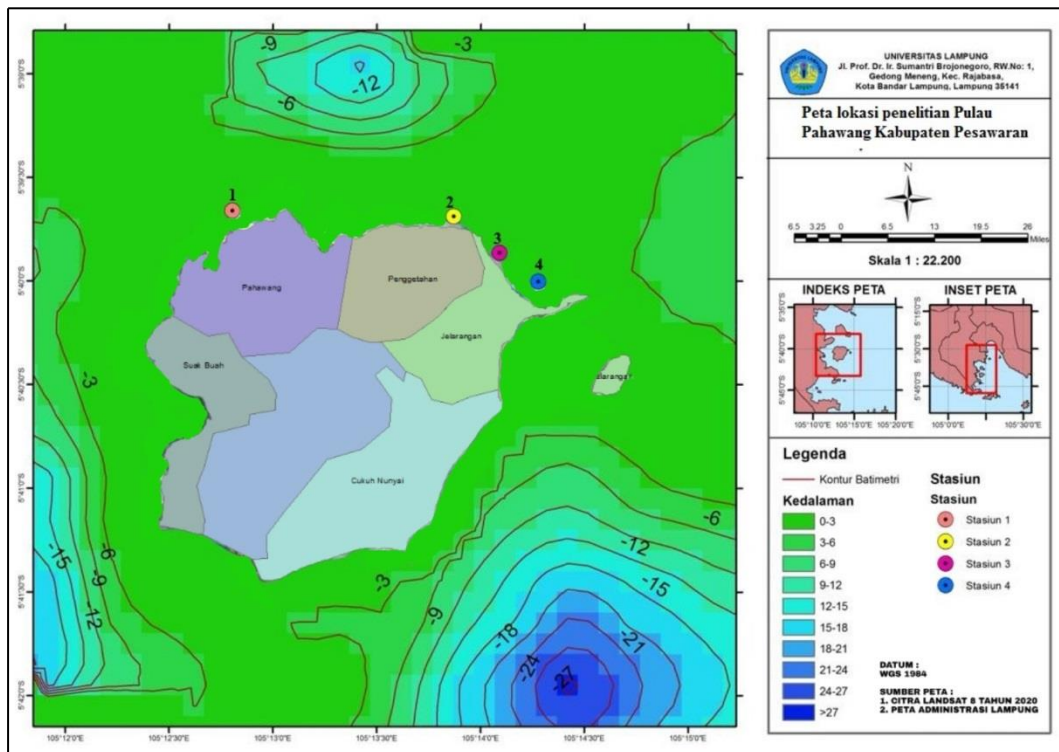
Wisata pancing merupakan suatu kegiatan yang memanfaatkan sumber daya perikanan untuk kesenangan atau olahraga. Persyaratan sumber daya yang harus dipenuhi adalah terdapat lokasi yang nyaman, dan sumber daya ikan yang cukup berlimpah. Parameter yang perlu diperhatikan dalam wisata pancing, yaitu kelimpahan ikan, jenis ikan, dan kedalaman perairan. Kegiatan wisata pancing dapat dilakukan di laut, pinggir pantai, di danau atau di atas perahu (Yulianda, 2007).

Wisata selancar (*surfing*) merupakan suatu kegiatan yang memanfaatkan perairan dengan menggunakan papan selancar. Wisata selancar memanfaatkan ombak atau gelombang perairan. Parameter yang diperhatikan pada wisata selancar, yaitu tinggi gelombang, panjang gelombang, jenis pecah gelombang, material dasar perairan dan kedalaman perairan (Yulius dkk., 2018).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September–Oktober 2021. Pengambilan sampel dilakukan di Perairan Pulau Pahawang, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pengambilan sampel dilakukan di 4 stasiun pengamatan (Gambar 6).



Gambar 6. Lokasi Pulau Pahawang.

Stasiun penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu menentukan stasiun pengamatan dengan mempertimbangkan keberadaan terumbu karang yang berada pada kawasan yang bukan merupakan daerah wisata, kawasan

wisata bahari, dan kawasan utama wisata bahari. Berdasarkan pertimbangan tersebut terdapat 4 stasiun penelitian. Pada kawasan bukan daerah wisata terdapat pada S 5°39'42.44406" dan E 105°12'36.47638" yaitu stasiun 1. Pada kawasan wisata bahari terdapat pada S 5°39'46.29120" dan E 105°13'58.25174" dan S 5°39'44.93017" dan E 105°12'35.28055" yaitu pada stasiun 2 dan 4. Pada kawasan utama wisata bahari terdapat pada S 5°39'56.17935" dan E 105°14'7.94058" yaitu pada stasiun 3.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Fungsi
1.	Satu set <i>skin diving</i>	Untuk penyelaman dasar.
2.	Roll meter	Pengukuran jarak / panjang transek.
3.	Alat tulis	Pencatatan hasil yang ditemukan.
4.	GPS	Penentuan titik koordinat.
5.	Perahu	Alat transportasi.
6.	Kamera <i>underwater</i>	Pengambilan dokumentasi bawah air.
7.	Tagging	Penanda karang.
8.	Laptop	Pengolahan data.
9.	Aplikasi CPCe	Pengolahan hasil gambar karang.
10.	Buku identifikasi	Pengidentifikasian ikan dan karang.
11.	Aplikasi Arc GIS	Pembuatan peta.
12.	Aplikasi <i>past</i>	Perhitungan indeks jarak euclidian.
13.	<i>Frame</i> (55 x 48 cm ²)	Transek.
No	Bahan	Fungsi
1	Karang	Sebagai objek penelitian.
2	Pasak	Untuk penancapan roll meter.
3	Air bersih	Untuk membersihkan alat <i>skin diving</i> .

3.3 Prosedur Penelitian

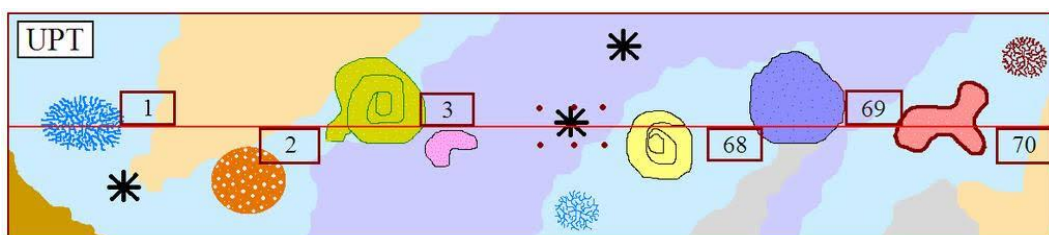
Prosedur penelitian meliputi tahap penentuan stasiun penelitian berdasarkan kondisi lingkungan di Pulau Pahawang, pembuatan plot transek di masing-masing stasiun, pengambilan data karang, dan analisis data karang. Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian adalah metode observasi yang dilakukan secara langsung di lapangan, kemudian dilakukan pengukuran dan pengumpulan informasi atau data situasi dan kondisi di lapangan.

3.3.1 Pembuatan Plot Pengamatan

Plot pengamatan dibuat di setiap stasiun pengamatan. Plot pengamatan berupa transek garis sepanjang 74 meter. Panjang plot pengamatan disesuaikan dengan keberadaan *reef flat* terumbu karang. Plot pengamatan diletakkan sejajar dengan garis pantai pada kedalaman lebih kurang 3 meter di atas terumbu karang. Pengamatan dilakukan dengan bantuan transek kuadrat atau *frame* dengan ukuran 58 x 44 cm². *Frame* diberi warna mencolok agar memudahkan dalam melihat luas bidang foto yang harus diambil di bawah air (Giyanto, 2013).

3.3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data karang menggunakan metode *underwater photo transect* (UPT) (Giyanto, 2013). Pengambilan data dan foto dilakukan berselang seling di kiri dan kanan transek garis yang masing-masing berjarak 1 meter seperti pada Gambar 7 angka nomor 1, 2, dan seterusnya. Garis pertama dilakukan meletakkan frame di sebelah kiri transek garis. Pengambilan foto ke dua dilakukan dengan meletakkan frame di sebelah kanan transek garis. Pengambilan data selanjutnya, untuk urutan ganjil frame berada di sebelah kiri dan urutan genap frame berada di sebelah kanan. Nomor menunjukkan urutan pengambilan, ganjil di sebelah kiri dan genap di sebelah kanan. Ilustrasi pengambilan data karang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi pengambilan data karang.
Sumber: Giyanto (2013)

Parameter kualitas air yang diukur meliputi kecerahan, kecepatan arus, kedalaman, dan lebar hamparan karang. Kecerahan diukur menggunakan *secchi disc* dan dihitung dengan persamaan (1) (Hutagalung dkk. 1997) :

$$C = 0,5 \frac{(m+n)}{z} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- C = Kecerahan
 m = Kedalaman (saat batas *secchi disc* tidak terlihat)
 n = Kedalaman (saat batas *secchi disc* mulai terlihat)
 z = Kedalaman Perairan (m)

Identifikasi ikan karang dilakukan dengan cara *underwater visual census*. Pengukuran kecepatan arus menggunakan *floating droudge*. Kecepatan arus dapat dihitung dengan persamaan (2) (Hutagalung dkk, 1997):

$$V = \frac{I}{T} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan (m/s)
 I = Panjang (m)
 T = Waktu (s)

Pengukuran kedalaman dilakukan dengan menggunakan tali berskala dengan pemberat pada ujungnya (Dianastuty, 2016). Pengukuran lebar hamparan karang diukur menggunakan rol meter dari pinggir pantai tegak lurus ke arah laut.

3.3.3 Analisis Data

1. Persentase tutupan karang

Data yang dikumpulkan dalam metode *underwater photo transect* (UPT) berupa foto bawah air yang dianalisis menggunakan perangkat lunak CPCe (Kohler dan Gill, 2006). Proses analisis dimulai dengan menentukan banyaknya titik acak yang dipakai untuk menganalisis foto. Jumlah titik acak yang digunakan adalah sebanyak 30 buah untuk setiap *frame*-nya. Pada penelitian ini *frame* berjumlah 74 sehingga titik acak berjumlah 2220, jumlah ini sudah representatif untuk menduga persentase tutupan kategori dan substrat (Giyanto, 2013). Identifikasi jenis dan *life form* dilakukan pada titik acak dalam *frame* foto tersebut berdasarkan buku

identifikasi karang. Perhitungan persentase tutupan karang dilakukan dengan cara jumlah karang hidup yang ditemukan di tiap titik acak sebanyak (x), dibagi dengan jumlah total titik acak (y), kemudian dikalikan 100%. Perhitungan persentase kehadiran spesies karang di setiap stasiun dilakukan dengan cara individu suatu spesies dibagi dengan total seluruh spesies yang ditemukan pada stasiun tersebut, kemudian dikalikan 100%.

Hasil pengolahan data berupa persentase tutupan digunakan untuk menilai kondisi terumbu karang. Kriteria penilaian terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang keras hidup mengacu pada Keputusan Men LH No 4 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Kriteria penilaian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai persentase dan kriteria kondisi tutupan karang

Tutupan karang hidup (%)	Kriteria penilaian
75-100	Sangat baik
50-74,9	Baik
25-49,9	Sedang
0-24,9	Buruk

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001

2. Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (C)

Hasil analisis menggunakan CPCe diperoleh data jenis, jumlah jenis, dan jumlah total. Data kemudian digunakan untuk menghitung nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi. Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan persamaan (3).

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log P_i \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i : Individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies

N_i : Individu spesies ke-i

N : Jumlah total individu

Untuk menghitung P_i digunakan rumus:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Kategori penilaian untuk keanekaragaman jenis adalah sebagai berikut :

- (a) $H \leq 1$: Keanekaragaman rendah, penyebaran rendah, dan kestabilan komunitas rendah,
- (b) $1 < H < 3$: Keanekaragaman sedang, penyebaran sedang, dan kestabilan komunitas sedang,
- (c) $H \geq 3$: Keanekaragaman tinggi, penyebaran tinggi, dan kestabilan komunitas tinggi.

Indeks keseragaman dihitung menggunakan persamaan (4) (Odum, 1993):

$$E = \frac{H}{H_{\max}} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- E : Indeks keseragaman
- H : Nilai indeks keanekaragaman
- H_{\max} : Indeks keanekaragaman maksimum
- S : Jumlah total spesies

Untuk menghitung H_{\max} menggunakan rumus $\log S$

Menurut Odum (1993), besarnya indeks keseragaman jenis berkisar antara 0-1. Jika indeks keseragaman mendekati nol maka semakin kecil nilai keseragamannya, berarti dalam ekosistem tersebut ada kecenderungan terjadi dominasi spesies yang disebabkan oleh adanya ketidakstabilan faktor-faktor lingkungan dan populasi. Semakin mendekati 1 dapat diartikan bahwa dalam komunitas tersebut memiliki kelimpahan spesies yang berbeda atau dalam komunitas tersebut tidak

didominasi oleh satu spesies dan dapat hidup secara merata, tetapi pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh faktor kondisi lokasi tersebut.

Indeks dominansi dihitung menggunakan rumus persamaan (5).

$$C = \sum_{i=1}^n P_i^2 \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

C : Indeks dominansi

P_i : Individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies

n_i : Individu spesies ke-i

N : Jumlah total individu

i : 1, 2, 3, ... n

Untuk menghitung P_i digunakan rumus:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Menurut Odum (1993), nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1. Apabila nilai indeks dominansi mendekati 0 berarti hampir tidak ada individu yang mendominasi dan biasanya diikuti dengan nilai indeks keseragaman yang besar. Jika nilai indeks dominansi mendekati 1, berarti ada salah satu spesies yang mendominasi dan diikuti oleh nilai indeks keseragaman yang semakin kecil.

3. Analisis kesamaan habitat

Kesamaan antar stasiun dapat dianalisis dengan indeks *Bray-Curtis* dengan menggunakan *software* PAST. Indeks kesamaan Bray-Curtis dihitung menggunakan persamaan (6).

$$S_{jk} = 100\% \left(1 - \frac{\sum |F_{ij} - F_{ik}|}{\sum F_{ij} + F_{ik}} \right) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

S_{jk} : indeks kesamaan antara contoh j dan k dalam persen

F_{ij} : jumlah spesies ke i dalam kolom j

F_{ik} : Jumlah spesies ke i dalam kolom k.

Dari nilai Bray-Curtis kemudian dilakukan reduksi data dengan melihat nilai terkecil sebagai referensi pengelompokkan. Hasil pengelompokkan yang digambarkan dalam dendrogram digunakan untuk melihat kesamaan antar stasiun pengamatan berdasarkan kelimpahan karang. Nilai pengamatan yang mendekati 100% memiliki tingkat kesamaan yang tinggi dan nilai yang mendekati 0 berarti memiliki tingkat kesamaan yang lebih rendah (Bengen, 2000).

4. Kondisi kesehatan karang

Analisis kondisi kesehatan karang dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Suharsono (2014). Variabel yang diukur untuk menilai kesehatan terumbu karang terdiri dari persentase tutupan karang hidup dan tutupan pecahan karang. Kriteria kesehatan terumbu karang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai variable tutupan karang hidup dan tutupan pecahan karang

Variabel	Kriteria	Kriteria
Tutupan karang	Tutupan karang hidup < 19%	Rendah
	Tutupan karang hidup $19 < n \leq 35\%$	Sedang
	Tutupan karang hidup >35%	Tinggi
Pecahan karang	Tutupan pecahan karang >60%	Rendah
	Tutupan pecahan karang $\leq 60\%$	Tinggi

Sumber: Suharsono (2014)

Hasil penilaian tingkat kesehatan kemudian digunakan untuk menentukan potensi pemulihan dan kondisi terumbu karangnya. Kategori kesehatan karang dan potensi pemulihannya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori kesehatan karang dan potensi pemulihannya

Tutupan karang hidup	Potensi pemulihan	Kategori kesehatan karang dan potesi pemulihannya
Tinggi	Tinggi	Karang sehat dengan potensi pemulihan yang tinggi bila terjadi gangguan.
	Rendah	Karang sehat tetapi bila terjadi gangguan akan sulit untuk pulih seperti kondisi semula.
Sedang	Tinggi	Karang dalam kondisi cukup dan mungkin dalam proses pemulihan dari gangguan.
	Rendah	Karang dalam kondisi cukup tetapi beresiko mengalami penurunan.
Rendah	Tinggi	Tutupan karang rendah, namun berpotensi untuk membaik Kondisinya.
	Rendah	Tutupan karang rendah, dan sulit untuk membaik kondisinya.

Sumber: Suharsono (2014)

5. Analisis kesesuaian wisata *snorkeling*

Analisis kesesuaian wisata *snorkeling* mengacu pada Yulianda (2007). Penentuan kesesuaian kawasan menggunakan metode pembobotan dan penskoran setiap parameter yang disusun dalam bentuk matriks kesesuaian. Matriks analisis kesesuaian ekowisata *snorkeling* untuk bobot dan skor setiap parameter disajikan pada Tabel 5. Pemberian bobot dilakukan berdasarkan tingkat kepentingan suatu parameter terhadap wisata *snorkeling*. Besaran skor berdasarkan hasil yang didapat dengan 4 kelas kategori dengan skor maksimum 4 dan minimum 1. Perhitungan indeks kesesuaian wisata dilakukan dengan menggunakan persamaan (7)

$$IKW = \sum_{i=0}^n \left(\frac{N_i}{N_{maks}} \right) \times 100 \dots \dots (7)$$

Keterangan :

IKW : indeks kesesuaian wisata

N_i : nilai parameter ke-i (bobot x skor)

N_{maks} : nilai maksimum dari suatu kategori wisata

Jumlah : bobot x skor

Tabel 5. Matriks kesesuaian wisata *snorkeling*

No	Parameter	Bobot	Kelas	Skor (s)
1	Kecerahan perairan (%)	1	100	4
			$\geq 80 - < 100$	3
			$\geq 20 - < 80$	2
			< 20	1
2	Tutupan komunitas karang (%)	5	> 75	4
			$> 50 - \leq 75$	3
			$> 25 - \leq 50$	2
			< 25	1
3	Jenis <i>life form</i> karang	3	> 12	4
			$> 7 - \leq 12$	3
			$> 4 - \leq 7$	2
			> 4	1
4	Jenis ikan karang	3	50	4
			$\geq 30 - \leq 50$	3
			$\geq 10 - \leq 30$	2
			< 10	1
5	Kecepatan arus (m/detik)	1	< 15	4
			$> 15 - \leq 30$	3
			$> 30 - \leq 50$	2
			> 50	1
6	Kedalaman (m)	1	1-3	4
			$> 3 - \leq 6$	3
			$> 6 - \leq 10$	2
			> 10 dan < 1	1
7	Lebar hamparan karang	3	> 500	4
			$> 100 - \leq 500$	3
			$\geq 20 - \leq 100$	2
			< 20	1

Sumber: Yulianda (2007)

Hasil perhitungan indeks kesesuaian wisata *snorkeling* kemudian dimasukkan dalam kelas kategori kesesuaian yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelas kategori kesesuaian wisata *snorkeling*

No	Kategori	Kelas Kesesuaian (%)
1	S1 (Sangat sesuai)	$\geq 80 - 100$
2	S2 (Sesuai)	$\geq 60 - < 80$
3	S3 (Kurang sesuai)	$\geq 35 - < 60$
4	S4 (Tidak sesuai)	< 35

Sumber: Yulianda (2007)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Di antara 4 stasiun pengamatan, daerah yang bukan tempat wisata merupakan daerah yang paling baik, dengan persentase karang hidup tertinggi dibandingkan dengan daerah wisata. Diantara karang yang teridentifikasi, famili Acroporidae merupakan famili yang dominan ditemukan.
2. Keanekaragaman yang ada di bukan daerah wisata merupakan kawasan yang paling baik di antara kawasan lain, dengan jumlah indeks keanekaragaman karang yang sedang, komunitasnya tergolong stabil, dan dominansi yang rendah. Daerah utama wisata memiliki indeks keanekaragaman karang yang rendah dan kestabilan komunitasnya juga rendah.
3. Di antara 4 stasiun pengamatan, kesehatan karang di daerah bukan wisata merupakan yang paling baik, dengan tutupan karang hidup yang paling tinggi dan potensi pemulihannya yang tinggi. Namun secara keseluruhan berdasarkan indeks kesehatan karang, Pulau Pahawang cenderung pada kondisi yang sakit, tetapi dapat untuk pulih kembali karena jumlah patahan karang relatif sedikit dan memungkinkan ditumbuhi karang baru.
4. Perairan Pulau Pahawang dengan kondisi yang sekarang cenderung kurang sesuai hingga sesuai untuk kegiatan wisata *snorkeling*, karena sudah banyak karang yang rusak dan jenis ikan karang yang ditemukan cenderung sedikit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, penulis menyarankan agar:

1. perlu diadakannya upaya untuk memperkaya keanekaragaman terumbu karang melalui transplantasi, dan

2. perlu dilakukan pembatasan kegiatan yang dapat merusak atau menurunkan tingkat kesehatan karang, mungkin dengan diadakannya peraturan dalam kegiatan wisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. 2015. Karang keras rekrutmen (Scleractinia) di Perairan Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 41(2): 133-147.
- Adrim, M., dan Harahap, S. A. 2012. Struktur komunitas ikan karang di Perairan Kendari. *Indonesian Journal of Marine Sciences*. 17(3): 154-163.
- Alfizar, A dan Amin, N. 2021. Keanekaragaman terumbu karang di zona sub litoral perairan ulee redeup. dalam Samsul, K dan Mulyadi (Eds). *Prosiding seminar nasional biotik: Biologi, teknologi, dan kependidikan*. 2021. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh Hal 19-21.
- Altab, M., Faida, L. R. W., dan Fandeli, C. 2020. Pengembangan ekowisata bahari di Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. 25(2): 53-59.
- Alvi, N., Isye, S.N., dan Citra P. 2018. Evaluasi Keberlanjutan Wisata Bahari Pulau Pahawang Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 7(1): 59-68.
- Amrullah., Jumiati, E., Ismandari, T., dan Willem. 2021. *Ekologi Karamunting*. Syiah Kuala University Press. Aceh. 78 hlm.
- Ardiansyah, E. F., dan Litasari, L. 2013. Kondisi tutupan terumbu karang keras dan karang lunak di Pulau Pramuka Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu DKI Jakarta. *Marine Science Research*. 5(2): 111-118.
- Arisandi, A., Tamam, B., dan Fauzan, A. 2018. Profil terumbu karang Pulau Kangean, Kabupaten Sumenep, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 10(2): 76-83.
- Badriawan, N. 2019. *Analisa Kerusakan Terumbu Karang di Pulau Pahawang, Provinsi Lampung*. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang. 69 hlm.
- Barus, B. S., Prartono, T., dan Soedarma, D. 2018. Pengaruh lingkungan terhadap bentuk pertumbuhan terumbu karang di Perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 699–709.

- Bengen, D. G. 2000. *Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 87 hlm.
- Burke, L., Selig, E., dan Spalding, M. 2002. *Reef at Risk in Southeast Asia*. World Resources Institute. USA. 76 p.
- Campbell, N. A., dan Reece, J. B. 2010. *Biologia*. University of California. California. 1229 p.
- Cetz, N. P., Espinoza, A. J., Hernandez, A. H., dan Carricart, G.J.P. 2013. Biological responses of the coral *Montastraea annularis* to the removal of filamentous turf algae. *Jurnal PloS One*. 8(1) : 1-9.
- Chornesky, E. A. 1991. The ties that bind: inter-clonal cooperation may help a fragile coral dominate shallow high-energy reefs. *Marine Biology*. 109(1): 41-51.
- Dasmasela, Y. H. 2014. Pengaruh kedalaman perairan terhadap laju pertumbuhan karang jenis *Montipora digitata* hasil transplantasi di Pulau Lemon. dalam Mira, H.S. (Eds). *Median Jurnal Ilmu Eksakta*. Universitas Muhammadiyah Sorong. Bali. 615-616.
- Daud, D., Schadu, J. N., Sinjal, C. L., Kusen, J. D., Kaligis, E. Y., dan Wantan, A. S. 2021. Kondisi terumbu karang pada kawasan wisata Pantai Malalayang Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara dengan menggunakan metode underwater photo transect. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 9(1): 44-52.
- Dianastuty, E. H. 2016. Studi kompetisi turf algae dan karang genus *Arcopora* di Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimun Jawa, Kabupaten Jepara. Dalam Djumanto (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan ke - V Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Yogyakarta. 600-608.
- Edinger, E. N., dan Risk, M. J. 2000. Reef classification by coral morphology predicts coral reef conservation value. *Biological Conservation*. 92(1): 1-13.
- Eidman, M., Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo, dan S. Sukardjo. 1992. *Biologi laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 459 hlm.
- English, S., Wilkinson, C., dan Baker, V. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 368 p.
- Fauzanabri, R., Manembu, I. S., Schadu, J. N. W., Manengkey, H. W., Sinjal, C. A., dan Ngangi, E. L. 2021. Status of coral reefs in the Waters of Tidung Island Kepulauan Seribu DKI Jakarta Province based on underwater photo transect analysis. *Jurnal Ilmiah PLATAX*. 9(2): 247-261.

- Fauziah, S., Komala, R., dan Hadi, T. A. 2018. Struktur komunitas karang keras (Bangsa Scleractinia) di pulau yang berada di dalam dan di luar kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Bioma*. 14(1): 10-17.
- Fitt, W. K., McFarland, F. K., Warner, M. E., dan Chilcoat, G. C. 2000. Seasonal patterns of tissue biomass and Dinoflagellates in reef corals and realition to coral bleaching. *Limnology and Oceanography*. 45: 677-685.
- Fukami, H., Chen, C. A., Budd, A. F., Collins, A., Wallace, C., Chuang, Y. Y., dan Knowlton, N. 2008. Mitochondrial and nuclear genes suggest that stony corals are monophyletic but most families of stony corals are not (Order Scleractinia, Class Anthozoa, Phylum Cnidaria). *PloS one*. 3(9): 1-9.
- Giyanto. 2013. Metode transek foto bawah air untuk penilaian kondisi terumbu karang. *Oseana*. 28(1): 47-61.
- Gudono. 2014. *Analisis Data Multivariat Edisi Keempat*. BPFE. Yogyakarta. 420 hlm.
- Gusmadi, I., Suparno., Yempita, E., dan Arlius. 2019. *Monitoring Kesehatan Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait di Taman Wisata Perairan (TWP) Selat Bunga Laut Kabupaten Kepulauan Mentawai Suharsono CTI Tahun 2019*. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Padang. 134 hlm.
- Hadi, T., Giyanto., Prayudha, B., Hafizt, M., Budiyanto, A., dan Suharsono. 2018. *Terumbu Karang Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta. 22 hlm.
- Hakim, L., Lazuardi, W., Astuty, I. S. Hadi, A. A., Hermayani, R., Novandias, D., dan Dewi, A. C. 2017. Penilaian kesehatan terumbu karang menggunakan citra satelit worldview-2 di Pulau Pahawang, Lampung, Indonesia. *Seminar Nasional Geomatika*: 125-134.
- Hermanto, B. 2013. Keanekaragaman karang jamur (Fungiidae) di Perairan Pulau Siladen, Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(4): 158-166.
- Hidayat, M. 2011. Strategi perencanaan dan pengembangan objek wisata (studi kasus Pantai Pangandaran Kabupaten Ciamis Jawa Barat). *Tourism and Hospitality Essentials (THE) Journal*. 1(1): 33-43.
- Hutagalung, H., Setiapermana D., Riyono, H. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Pusat Penelitian Pengembangan Oseanologi. Jakarta. 182 hlm.
- Ilham, Y., Siregar, Y. I., dan Efizon, D. 2018. Analisis kesesuaian dan daya dukung wisata bahari di Pulau Mangkian taman wisata Perairan Kepulauan Anambas. *Berkala Perikanan Terubuk*. 46(2): 1-10.

- Indarjo, A. 2015. Kesesuaian ekowisata *snorkeling* di Perairan Pulau Panjang Jepara Jawa Tengah. *Jurnal Harpodon Borneo*. 8(1): 1-6.
- Indrabudi, T., Adji, A. S., Satrioajie, W. N., dan Alik, R. 2019. Analisis kesesuaian perairan bagi kegiatan wisata bahari *snorkeling* dan selam di Perairan Pulau Nusalaut Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(3): 653-666.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2001. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 04 tahun 2001 Tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*. Jakarta. 1-8.
- Khaidir, K., Thamrin, T., dan Tanjung, A. 2020. Kondisi kesehatan terumbu karang di kawasan wisata bahari terpadu Mandeh (Kwbt) Mandeh Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Berkala Perikanan Terubuk*. 48(3): 536-547.
- Kohler, K. E., dan Gill, S. M. 2006. Coral point count with excel extensions (CPC-e): A visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*. 32(9): 1259-1269.
- Kojis, B. L dan Quinn, N. J. 1984. Seasonal and depth variation in fecundity of *Acropora palifera* at two reefs in Papua New Guinea. *Coral reefs*. 3(3): 165-172.
- Leksono, A. S. 2010. *Keanekaragaman hayati*. Universitas Brawijaya Press. Malang. 162 hlm.
- Luna, B., Pérez, C. V., dan Sánchez-Lizaso, J. L. 2009. Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science*. 66(3): 517-523.
- Luthfi, O. M., Barbara, P. M., Isdianto, A., Setyohadi, D., dan Jauhari, A. 2018. Kolonisasi karang keras (Scleractinia) terhadap Mikroatol Porites di Kondang Merak, Malang. *Dalam Moh, T.U. Et al. (Eds). Prosiding Simposium Nasional IV Kelautan dan Perikanan : Percepatan pembangunan ekonomi kelautan berkelanjutan di era persaingan global dan perubahan iklim*. 2017. Universitas Hassanudin. Makassar. 73-83.
- Malinda, C. F., Luthfi, O. M., dan Hadi, T. A. 2020. Analisis kondisi kesehatan terumbu karang dengan menggunakan software CPCe (*coral point count with excel extensions*) di Taman Nasional Komodo, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 13(2): 108-114.

- Mangurana, W. O. I., Yusnaini., dan Sahidin. 2019. Analisis LC-MS/MS (*liquid chromatograph mass spectrometry*) dan metabolit sekunder serta potensi anti-bakteri ekstrak n-Heksana spons *Callyspongia aerizusa* yang diambil pada kondisiutupan terumbu karang yang berbeda di Perairan Teluk Staring. *Jurnal Biologi Tropis*. 19(2): 131-141.
- Mardani, A., Purwanti, F., dan Rudiyantri, S. 2018. Strategi pengembangan ekowisata berbasis masyarakat di Pulau Pahawang Propinsi Lampung. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. 6(1) : 1–9.
- Mardani, J., Kurniawan, D., dan Susiana, S. 2021. Kondisi terumbu karang di Perairan Pulau Batu Bilis, Bunguran Utara, Kabupaten Natuna. *Oseana*. 46(1): 13-22.
- Megawati, Y dan Wati, N. 2010. Analisis program kampanye public relations dalam rangka konservasi terumbu karang. *Jurnal Manajemen*, 6(1) : 106-127.
- Muhidin, M., Yulianda, F., dan Zamani, N. P. 2017. Impact of *snorkeling* and diving to coral reef ecosystem. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1) : 315-326.
- Muliarto, H., Susanah, I. N., dan Persada, C. 2017. Analisis program pengembangan ekowisata di Pulau Pahawang Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Prosiding Seminar Nasional "Perencanaan Pembangunan Inklusif Desa – Kota"*: 115-124.
- Mutahari, A., Riyantini, I., Yuliadi, L. P. S., dan Pamungkas, W. 2019. Analisis kondisi terumbu karang kawasan pariwisata dan non pariwisata di Perairan Gugus Pulau Kelapa Kecamatan Kepulauan Seribu Utara. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 10(2) : 43-49.
- Muzaky, O.L. 2010. Bentuk pertumbuhan karang di wilayah rata-rata terumbu (*reef flat*) Perairan Kondang Merak, Malang, sebagai strategi adaptasi terhadap lingkungan. *Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia*. 1(7) : 109-117.
- Muzaky, O.L. M. Luthfi, M. A. Asadi, dan T. Agustiadi. 2018. Coral reef in center of coral biodiversity (coral triangle): The Pulau Lirang, Southwest Moluccas MBD). *Disaster Advances*. 11(9) : 1-7.
- Nurhaliza, S., Muhlis, M., Bachtiar, I., dan Santoso, D. 2019. Struktur komunitas karang keras (*scleractinia*) di zona intertidal Pantai Mandalika Lombok Tengah. *Jurnal Biologi Tropis*. 19(2) : 302-308.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi (Edisi Ketiga)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.

- Poonian, C., Davis, P. Z.R., dan Mc Naughton, C. K. 2010. Impacts of recreational divers on Palauan coral reefs and options for management. *Pacific Science* 64(4) : 557-565.
- Prasetyo, W. 2021. *Pengembangan Kawasan Konservasi Terumbu Karang Pantai Karanggongso di Kabupaten Trenggalek* (Disertasi). Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Surabaya. 103 hlm.
- Pratikto, I., dan Munasik, M. 2014. Kesesuaian perairan untuk wisata selam dan *snorkeling* di Pulau Biawak, Kabupaten Indramayu. *Journal of Marine Research*. 3(3) : 216-225.
- Prianto, E. 2019. *Efek Pemutihan Karang terhadap Komunitas Ikan*. IPB Press. Bogor. 246 hlm.
- Ramadhan, A., Lindawati, L., dan Kurniasari, N. 2017. Nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. 11(2) : 133-146.
- Rawtani, D., Parmar, T. K., & Agrawal, Y. K. 2016. Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution, *Front. Life Sci.* 9(2) : 110-118.
- Rudianto. 2019. *Buku Ajar Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut Terpadu (PWPLT)*. Penerbit Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo. 144 hlm.
- Rumambi, F. J. 2022. *Mengatasi Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang*. Penerbit Haura Utama. Bandar Lampung. 233 hlm.
- Rusli, M. A. R., Idiawati, N., dan Nurrahman, Y. A. 2021. Kondisi komunitas terumbu karang di Teluk Palembang Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 4(3) : 119-129.
- Salim, D. 2012. Pengelolaan ekosistem terumbu karang akibat pemutihan (*bleaching*) dan rusak. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 5(2) : 142-155.
- Sanam, SR., dan Adikampana, I.M. 2014. Pengembangan potensi wisata pantai lasiana sebagai pariwisata berkelanjutan di Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Destinasi Pariwisata*. 2(1) : 11-23.
- Sembiring, I., Wantasen, A. S., dan Ngangi, E. L. 2012. Kajian sosial ekonomi masyarakat dalam pemanfaatan terumbu karang di Desa Tumbak Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(1) : 29-36.
- Siringoringo, R. M., Satria, R., Hermanto, M. A. B., Wibowo, K., Ucu Arbi, M., Eka, W., Rahmawati, S., dan Sutiad, R. 2014. *Monitoring kesehatan terumbu karang dan kesehatan ekosistem terkait di kabupaten kepulauan mentawai*. *Critic Suharsono - Cti Lipi*. Padang. 81 hlm.

- Suharsono, dan Sumadhiharga, O. K. 2014. *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*. Suharsono Cti Lipi. Jakarta. 63 hlm.
- Suharsono. 2008. *Jenis-Jenis Karang Indonesia*. LIPI press. Jakarta. 344 hlm.
- Suharsono. 2014. *Biodiversitas Biota Laut Indonesia*. Puslit Oseanografi – LIPI. Jakarta. 418 hlm.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Semarang. 428 hlm.
- Suryanti, S., Supriharyono, S., dan Indrawan, W. 2011. Kondisi terumbu karang dengan indikator ikan Chaetodontidae di Pulau Sambangan Kepulauan Karimun Jawa, Jepara, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 1(1): 106-119.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, dan M.K. Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesian seas, Part I*, Periplus Editions (HK) Ltd. Singapore. 642 hlm.
- Usman, H., dan Sobari, N. 2013. *Aplikasi Teknik Multivariate Untuk Riset Pemasaran*. PT. Prajagrafindo Persada. Jakarta. 81 hlm.
- Wicaksono, G. G., Restu, I. W., dan Ernawati, N. M. 2019. Kondisi ekosistem terumbu karang di bagian barat Pulau Pasir Putih Desa Sumberkima, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. *Current Trends in Aquatic Science*. 2(1) : 37-45.
- Yamashiro, H.K., dan K, Yamazato. 1996. Morphological studies of the soft tissues involved in skeletal dissolution in the coral *Fungia fungites*. *Coral Reefs*. 15 (3): 177-180.
- Yulianda. F. 2007. Ekowisata Bahari sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumberdaya Pesisir Berbasis Konservasi. *Makalah Seminar Sains : Pengembangan pulau-pulau kecil dari aspek perikanan dan kelautan dan pertanian*. 2011. Institut Pertanian Bogor. Bogor. : Hal 29-119.
- Yuliani, W. 2016. Pengelolaan ekosistem terumbu karang oleh masyarakat di kawasan Lhokseudu Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1) : 1-9.
- Yulius. Rahmania, R., Utami R.K., Ramdhan, M., Tria, K., Dani, S., Joko, S., dan Armyanda, T. 2018. *Buku Panduan Kriteria Penetapan Zona Ekowisata Bahari*. Institut Pertanian Bogor Press. 93 hlm.
- Zain, M. A., Prasita, V. D., dan Wijaya, N. I. 2019. Parameter oseanografi untuk kesesuaian wisata *snorkeling* di Pulau Gili dan Pulau Noko, Kepulauan Bawean. *Journal of Tropical Marine Research*. 1(2) : 84-94.

- Zakai, D dan Furman, N. E. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*. 105(2) : 179-187.
- Zulfikar. K., Wardiatno, Y., dan Setyobudiandi, I. 2009. Karang sebagai kawasan wisata selam dan *snorkeling* (*suitability and carrying capacity study of coral reef ecosystem for diving and snorkeling tourisms in Tuapejat Kepulauan Mentawai District*). *Jurnal Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 17(1): 195–203.
- Zurba, N. 2019. *Pengenalan Terumbu Karang Sebagai Pondasi Utama Laut Kita*. Unimal Press. Aceh. 128 hlm.