

**SEBARAN TERUMBU KARANG DAN VALUASI EKONOMINYA DI
DESA PAGAR JAYA, KECAMATAN PUNDUH PIDADA, KABUPATEN
PESAWARAN, PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**RIFQA ATAMAI PUTRI
NPM 1714221014**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

THE DISTRIBUTION AND ECONOMIC VALUATION OF CORAL REEFS IN PAGAR JAYA VILLAGE, PUNDUH PIDADA DISTRICT, PESAWARAN REGENCY, LAMPUNG PROVINCE

By

RIFQA ATAMAH PUTRI

The condition of the coral reef ecosystem in Pagar Jaya Village has been depleting by potential destructive activities such as underwater marine tourism and coral reef fishing. The coral reef ecosystem deterioration observed may indicate a low appreciation of the services and benefits by the stake holders. In order to address this issue, the economic value of the coral reef ecosystem could be calculated. This research was conducted in Pagar Jaya Village from March to August 2021. The objectives of the study were to monitor the distribution and coverage area of coral reefs, as well as to analyze the total economic value of the coral reef ecosystem in Pagar Jaya Village. The distribution of coral reefs was analyzed by using remote sensing with the Lyzenga algorithm method. The total economic value was calculated by summing up the direct value, indirect value, existence value, option value, and bequest value of the coral reefs. The results showed that the coral reef ecosystem covered an area of 102,4501 hectares, with live corals covering 32,5136 hectares or 31,74% of the total area. The total annual economic value of the coral reef ecosystem was determined to be Rp1,161,497,796.83. The obtained economic values might lead the optimum and sustainable utilization of coral reefs in the future.

Key words: Coral reef, distribution, economic valuation.

ABSTRAK

SEBARAN TERUMBU KARANG DAN VALUASI EKONOMINYA DI DESA PAGAR JAYA, KECAMATAN PUNDUH PIDADA, KABUPATEN PESAWARAN, PROVINSI LAMPUNG

Oleh

RIFQA ATAMAH PUTRI

Kondisi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya telah mengalami kerusakan akibat aktivitas yang berpotensi merusak, seperti wisata bahari bawah laut dan penangkapan ikan di wilayah ekosistem terumbu karang. Kerusakan ekosistem terumbu karang yang diamati dapat mengindikasikan rendahnya apresiasi para pemangku kepentingan terhadap jasa dan manfaat terumbu karang. Untuk mengatasi masalah ini, nilai ekonomi ekosistem terumbu karang dapat dihitung. Penelitian ini dilakukan di Desa Pagar Jaya mulai dari Maret hingga Agustus 2021. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau sebaran terumbu karang dan besar luas tutupan terumbu karang, serta menganalisis total dari nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya. Sebaran terumbu karang dianalisis dengan menggunakan pengindraan jauh dengan metode algoritma Lyzenga. Nilai total ekonomi dihitung dengan menjumlahkan nilai langsung, nilai tidak langsung, nilai keberadaan, nilai pilihan, dan nilai warisan dari terumbu karang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang memiliki area seluas 102,4501 hektar, dengan karang hidup seluas 32,5136 hektar atau sebesar 31,74% dari total area ekosistem terumbu karang. Total nilai ekonomi tahunan ekosistem terumbu karang ditetapkan sebesar Rp1.161.497.796,83. Nilai total ekonomi ekosistem terumbu karang yang diperoleh dapat mengarahkan pemangku kepentingan dalam pemanfaatan terumbu karang secara optimal dan berkelanjutan di masa depan.

Kata kunci: *Distribusi, terumbu karang, valuasi ekonomi.*

**SEBARAN TERUMBU KARANG DAN VALUASI EKONOMINYA DI
DESA PAGAR JAYA, KECAMATAN PUNDUH PIDADA, KABUPATEN
PESAWARAN, PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

RIFQA ATAMAH PUTRI

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 : **SEBARAN TERUMBU KARANG DAN
VALUASI EKONOMINYA DI DESA
PAGAR JAYA, KECAMATAN PUNDUH
PIDADA, KABUPATEN PESAWARAN,
PROVINSI LAMPUNG**

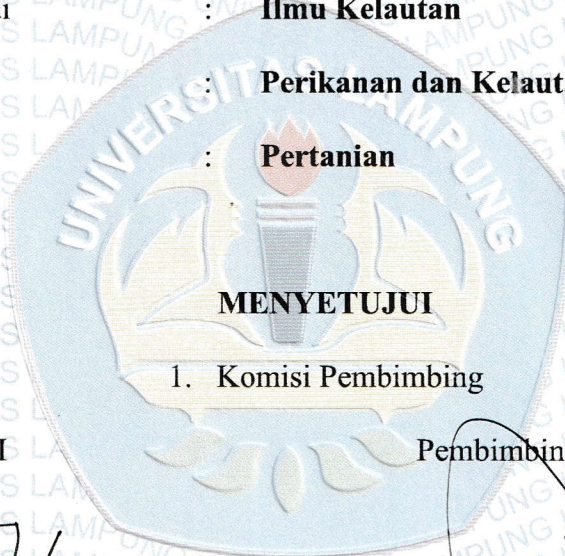
Nama Mahasiswa : **Rifqa Atamaii Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714221014**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

Jurusan : **Perikanan dan Kelautan**


Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing


Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.
NIP. 197505152002121007


Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.
NIP. 197412122000031002

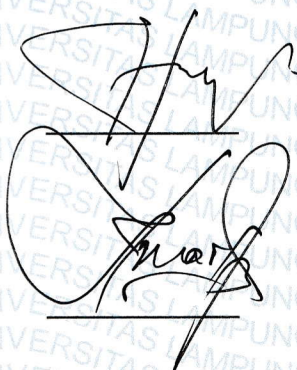
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


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

MENGESAHKAN

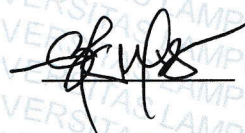
1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T.**

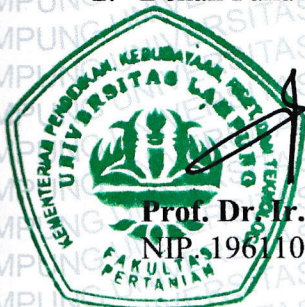
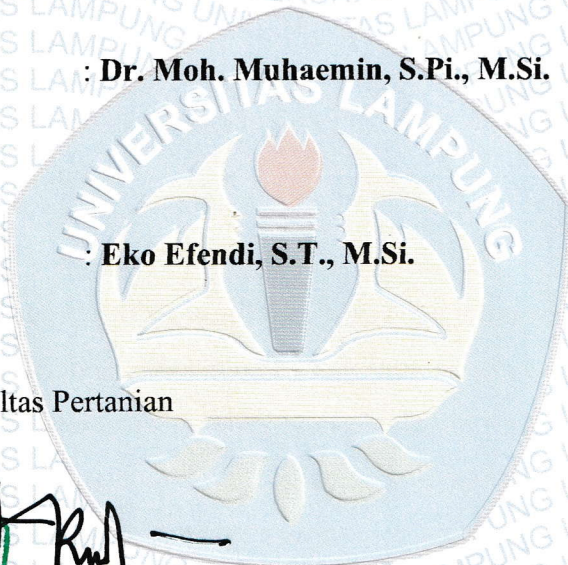


Sekretaris : **Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si.**

Anggota : **Eko Efendi, S.T., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : **21 November 2022**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rifqa Atamaii Putri

NPM : 1714221014

Judul Skripsi : Sebaran Terumbu Karang dan Valuasi Ekonominya di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi 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, 4 Agustus 2023



Rifqa Atamaii Putri

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat, pada tanggal 17 April 2000 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Kamaludin dan Ibu Eneng Siti Patimah. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak Al Husna Tambun Selatan (2004 – 2006), lalu melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri Setiadarma 01 Tambun Selatan (2006 – 2008) dan SD Negeri Pejuang V Bekasi (2008 – 2012), dilanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPIT Permata Hati Tambun Selatan (2012 – 2015), dan pendidikan menengah atas di SMAN 2 Tambun Selatan (2015 – 2017). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan 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 Bidang Pengembangan Minat dan Bakat pada periode 2018 – 2019 dan 2019 – 2020, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Unila sebagai staf Kementerian Pendidikan dan Kepemudaan pada periode 2018 – 2019, Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FP) Unila sebagai Sekretaris Departemen Kajian Ahli Strategi dan Advokasi pada periode 2019 – 2020, dan Paguyuban Karya Salemba Empat (PKSE) Unila sebagai Bendahara Umum pada periode 2020 – 2021. Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Kimia Dasar pada semester ganjil tahun ajaran 2018/2019, Biologi Laut pada semester genap tahun ajaran 2018/2019, Avertebrata Laut pada semester genap tahun ajaran 2018/2019, dan Oseanografi Biogeokimia pada semester ganjil tahun ajaran 2019/2020.

Penulis pernah menerima beasiswa dari Yayasan Karya Salemba Empat pada tahun ajaran 2019/2020 – 2020/2021. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bumi Hantatai, 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 Laboratorium Budidaya Perikanan Universitas Lampung dengan judul “Uji Daya Hambat Jamur Endofit Akar *Avicennia* sp. terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*”.

MOTTO HIDUP

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Al-Insyirah: 5-6)

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian.
Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan saling
menasehati supaya mentaati kebenaran dan saling menasehati supaya menepati
kesabaran”
(Q.S Al-Ashr: 1-3)

“If you don't take risks, you can't create a future”
(Monkey D. Luffy)

“Jadilah pemimpi yang berani mewujudkan impiannya, bukan pecundang yang
membiarkan impiannya hanya menjadi angan-angan saja”
(Rifqa Atamaii)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmannirrohim

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 Eneng Siti Patimah dan Bapak Kamaludin 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.

Adikku tersayang, M Rafi Firdaus dan Raihan Riyadh Aljinan, yang selalu memberikan semangat dan dukungannya. Teman-teman seperjuangan Jurusan Perikanan dan Kelautan '17, khususnya untuk kelas Ilmu Kelautan '17 yang sangat penulis sayangi, dan umumnya untuk teman semua yang tak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu, yang selalu memberikan motivasi, dorongan dan semangat juang untuk penulis.

SERTA

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 “Sebaran Terumbu Karang dan Valuasi Ekonominya di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung” yang berlokasi di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Penelitian disusun untuk memenuhi syarat sebagai Sarjana Sains.

Dalam penyusunan skripsi, penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucap syukur kepada Allah SWT dan 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. Dr. Henky Mayaguezz, S.Pi., M.T. selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan dan Dosen Pembimbing I,
4. Dr. Moh. Muhaemin, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II,
5. Eko Efendi, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji,
6. Berta Putri, S.Si., M.Si. yang selalu memberikan dukungan lewat ilmu dan materi,
7. Ayah, Ibu, dan keluarga besar yang telah mendoakan dan memberi semangat pantang menyerah,

9. Teman-teman Program Studi Ilmu Kelautan angkatan 2017 yang selalu memberi senyuman sebagai penyemangat, dan
10. Teman-teman Jurusan Perikanan dan Kelautan 2017 yang selalu memberi dukungan.

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 skripsi ini.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Rifqa Atamai Putri
NPM.1714221014

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
DAFTAR ISTILAH	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ekosistem Terumbu Karang.....	7
2.1.1 Terumbu Karang	7
2.1.2 Faktor Pembatas Terumbu Karang.....	9
2.1.3 Interaksi Terumbu Karang.....	10
2.1.4 Fungsi Ekologi Terumbu Karang	11
2.1.5 Fungsi Ekonomi Terumbu Karang.....	12
2.1.6 Fungsi Estetika Terumbu Karang.....	13
2.1.7 Nilai Terumbu Karang.....	13
2.2 Pengindraan Jauh dalam Analisis Luas Karang	14
2.2.1 Pengindraan Jauh.....	14
2.2.2 Citra Landsat	16
2.2.3 Satelit dan Resolusi	17
2.2.4 Koreksi Citra	18
2.3 Konsep Nilai Ekonomi (Valuasi Ekonomi)	19
2.4 Nilai Manfaat Ekonomi.....	20
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2 Kondisi Umum Desa Pagar Jaya.....	23
3.2.1 Kondisi Geografis	23
3.2.2 Jumlah Penduduk	23
3.2.3 Tingkat Pendidikan	24
3.2.4 Mata Pencaharian	26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	26

3.4 Metode	27
3.4.1 Pengumpulan Data	27
3.4.2 Penentuan Responden	28
3.4.3 Prosedur Penelitian.....	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Luas dan Tutupan Terumbu Karang di Desa Pagar Jaya.....	38
4.2 Nilai Manfaat Langsung Terumbu Karang	40
4.3 Nilai Manfaat Tidak Langsung Terumbu Karang.....	44
4.3.1. Pelindung Pantai.....	44
4.3.2. Penyerap Emisi Karbon.....	46
4.3.3 Total Nilai Manfaat Tidak Langsung	47
4.4 Nilai Manfaat Keberadaan Terumbu Karang.....	48
4.5 Nilai Manfaat Pilihan Terumbu Karang	50
4.6 Nilai Manfaat Warisan Terumbu Karang.....	51
4.7 Total Nilai Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang di Desa Pagar Jaya	51
V. KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Barang dan jasa ekosistem terumbu karang	14
2. Sebaran penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019	23
3. Sebaran penduduk Desa Pagar Jaya berdasarkan rentang usia tahun 2019.....	24
4. Sebaran tingkat pendidikan penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019	25
5. Sebaran mata pencaharian penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019.....	26
6. Alat dan bahan.....	27
7. Kriteria kondisi tutupan karang di Indonesia	32
8. Luas dan tutupan ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya tahun 2021	40
9. Jenis ikan yang ditangkap oleh nelayan di Desa Pagar Jaya.....	41
10. Nilai ikan karang hasil tangkapan nelayan di Desa Pagar Jaya	42
11. Biaya operasional penangkapan ikan	43
12. Nilai manfaat langsung ikan karang di Desa Pagar Jaya	44
13. Total nilai manfaat tidak langsung terumbu karang di Desa Pagar Jaya.....	48
14. Nilai manfaat keberadaan terumbu karang di Desa Pagar Jaya	49
15. Total nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya.....	52
16. Pemahaman responden terkait terumbu karang	63
17. Tangkapan harian ikan karang	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian	6
2. Anatomi umum polip dan kerangka karang	8
3. Tampak atas dan tampak samping tiga tipe terumbu karang	9
4. Faktor lingkungan yang menjadi pembatas bagi pertumbuhan karang.....	10
5. Interaksi ekosistem terumbu karang dengan ekosistem mangrove dan lamun.....	11
6. Skema nilai ekonomi.....	20
7. Lokasi Desa Pagar Jaya.....	22
8. Diagram alir proses pengolahan data analisis luasan terumbu karang.....	31
9. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang	37
10. Peta luasan terumbu karang di Desa Pagar Jaya	39
11. Peta kemiringan lereng Desa Pagar Jaya	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar kuesioner nelayan	60
2. Pemahaman terumbu karang	63
3. Total tangkapan ikan	66
4. Perhitungan	69

DAFTAR ISTILAH

<i>Atol</i>	: Terumbu karang cincin.
<i>Barrier reef</i>	: Terumbu karang penghalang.
<i>Biodiversitas</i>	: Keanekaragaman hayati.
<i>Breakwater</i>	: Prasarana yang dibangun untuk memecahkan ombak atau gelombang.
<i>Contingent valuation method</i>	: Suatu metode langsung penilaian ekonomi dari jasa-jasa lingkungan dengan cara mengajukan pertanyaan kemauan membayar dari seseorang.
<i>Cultural service</i>	: Jasa kebudayaan.
<i>Degradasi</i>	: Suatu penurunan dari kualitas lingkungan.
<i>Destruktif</i>	: Bersifat merusak.
<i>Feeding ground</i>	: Daerah untuk mencari makan.
<i>Fringing reef</i>	: Terumbu karang tepi.
<i>Market price method</i>	: Suatu metode dimana harga produk merupakan manifestasi dari biaya produksi.
<i>Market value</i>	: Harga atau jumlah dari barang dan jasa yang bersedia dibayar seseorang di pasar.
<i>Nursery ground</i>	: Daerah asuhan.
<i>Price tag</i>	: Label harga.
<i>Provisioning service</i>	: Jasa penyedia.
<i>Reef edge</i>	: Tepi terumbu.
<i>Reef flat</i>	: Rataan terumbu.
<i>Reef top</i>	: Puncak terumbu.
<i>Regulating service</i>	: Jasa pengontrol.

- Replacement price method* : Metode menentukan nilai ekonomi dengan biaya pengganti baru suatu ekosistem jika sewaktu-waktu ekosistem tersebut mengalami kerusakan.
- Representatif : Sesuatu yang tepat untuk mewakili.
- Spawning ground* : Daerah pemijahan.
- Supporting service* : Jasa pendukung.
- Undervalue* : Suatu investasi dijual di bawah nilai seharusnya.
- Willingnes to pay* : Kesiediaan individu untuk membayar terhadap suatu kondisi lingkungan atau penilaian terhadap sumber daya dalam rangka memperbaiki kualitas lingkungan.
- Zooxanthellae : Mikroalga yang hidup bersimbiosis mutualise dengan polip karang.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia, serta di antara Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau kurang lebih 17.504 pulau. Wilayah Indonesia didominasi oleh perairan seluas tiga perempat dari luas Indonesia dengan panjang garis pantai 95.161 km. Garis pantai Indonesia adalah garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada dengan total luas laut wilayah Indonesia mencapai 5,9 juta km² (Lasabuda, 2013). Perairan laut di Indonesia yang sangat luas membuat Indonesia memiliki biodiversitas yang tinggi, di antaranya terumbu karang dan ikan karang.

Provinsi Lampung merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang didominasi oleh wilayah pesisir. Secara geografis, Provinsi Lampung merupakan provinsi yang terletak di antara 6° 45' - 3° 45' LS dan 103° 48' - 105° 45' BT (Lembaga Pengabdian Masyarakat, 2006 *dalam* Kustanti, 2011). Provinsi Lampung memiliki luas ± 51.991 km² dengan luas daratan ± 35.376 km² dan luas perairan pesisir ± 16.625 km² serta panjang garis pantai 1.105 km² (termasuk 69 pulau dan 180 desa pantai) (CRMP, 1999 *dalam* Pasya, 2017). Desa Pagar Jaya menjadi salah satu dari banyaknya desa pantai yang terdapat di Provinsi Lampung.

Desa Pagar Jaya merupakan salah satu desa pantai yang terletak di Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran. Desa Pagar Jaya memiliki beberapa objek geowisata yang sangat menarik untuk dikunjungi seperti Dinding Dasit, Pantai Teluk Indah, Pantai Teluk Hantu, dan Batu Wayan (Wibowo dkk., 2020).

Desa Pagar Jaya sedang disiapkan untuk dibukanya pariwisata berkelanjutan. Potensi alam yang indah menjadikan Desa Pagar Jaya dapat bersaing dengan destinasi wisata lainnya (Iskandar dan Yanuar, 2019). Pariwisata berkelanjutan diharapkan dapat menambah keuntungan dari segi ekonomi bagi masyarakat.

Salah satu potensi pariwisata berkelanjutan di Desa Pagar Jaya muncul dari terumbu karang. Ekosistem terumbu karang adalah sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan zooxanthellae. Sumber nutrisi hewan karang berasal dari zooxanthellae. Sebaliknya, zooxanthellae diberi tempat tinggal berupa terumbu dari kumpulan hewan karang (Supriyono, 2019). Ekosistem terumbu karang adalah ekosistem yang paling kompleks dan produktif (Rangkuti dkk., 2017 dalam Rahman dkk., 2020). Ekosistem terumbu karang banyak sekali memberikan manfaat baik secara ekologi maupun secara ekonomi, baik untuk organisme yang tinggal di sekitar terumbu karang, maupun untuk manusia.

Secara ekologi, terumbu karang dapat menjadi tempat mencari makan, tempat pemijahan, tempat pengasuhan serta tempat bermain bagi ikan-ikan dan biota laut lainnya. Nutrien dari terumbu karang dapat memberikan kehidupan bagi organisme-organisme laut di sekitarnya, mikroorganisme maupun makroorganisme. Secara ekonomi, terumbu karang dapat menjadi sumber protein bagi perikanan tangkap, menjadi obyek wisata karena keindahannya, serta menjadi sumber bibit budi daya (Guntur dkk., 2018). Tingginya hasil perikanan tangkap bergantung pada kualitas terumbu karang. Biodiversitas terumbu karang dan ikan karang yang tinggi merupakan aset sumber daya yang berharga (Lestaluhu dan Wasahua, 2014).

Ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya memiliki luas 2.900 m², panjang paparan *reef flat* sekitar 100 meter dari pantai, dan di bagian timur daerah terumbu karangnya sangat sempit. Tutupan karang hidup di perairan Desa Pagar Jaya termasuk kategori jelek, dimana persentase rata-rata karang hidup di daerah *reef top* hanya 17% dan untuk daerah *reef edge* hanya 15%. Persentase karang mati di daerah *reef top* juga relatif tinggi yaitu mencapai 32%. Rusaknya terumbu karang di Desa Pagar Jaya karena ulah wisatawan yang tidak ramah lingkungan yang

melakukan aktivitas menyelam (*diving* atau *snorkeling*) dan membuang sampah sembarangan. Sampah-sampah yang dibuang ke perairan laut, terutama sampah plastik, yang mencemari perairan dan wilayah terumbu karang menyebabkan pertumbuhan terumbu karang terhambat, serta masih adanya penangkapan ikan yang bersifat merusak dan meletakkan jangkar kapal di wilayah terumbu karang yang menyebabkan terumbu karang rusak (Efendi dkk., 2020).

Kerusakan ekosistem terumbu karang merupakan salah satu indikasi dari rendahnya apresiasi masyarakat terhadap layanan dan jasa dari ekosistem terumbu karang. Dalam artian, masyarakat masih *undervalue* terhadap nilai sesungguhnya yang dihasilkan oleh ekosistem terumbu karang. Sikap masyarakat yang masih *undervalue* dapat mengakibatkan terjadinya degradasi dan kerusakan lingkungan lainnya. Salah satu cara untuk memperbaiki pada suatu kerusakan ekosistem yang memiliki nilai ekonomi ialah valuasi ekonomi. Valuasi ekonomi merupakan instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur seberapa besar apresiasi masyarakat memberikan *price tag* terhadap layanan barang dan jasa dari suatu ekosistem (salah satunya ekosistem terumbu karang) dibandingkan dengan nilai seutuhnya dari ekosistem tersebut (Putri, 2009).

Valuasi ekonomi dapat didefinisikan sebagai upaya untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam dan lingkungan, baik atas dasar *market value* (nilai pasar) maupun nilai yang bukan *market value* (nilai non-pasar) (Fauzi, 2005 dalam Romadhon, 2014). Valuasi ekonomi dapat digunakan untuk menunjukkan keterkaitan antara konservasi dan pembangunan ekonomi. Hal tersebut dapat memungkinkan para pengambil kebijakan untuk mengelola dan menggunakan berbagai sumber daya alam dan lingkungan pada tingkat yang paling efektif dan efisien, serta mampu mendistribusikan manfaat dan juga biaya konservasi secara adil (Haslindah dkk., 2019).

Dalam penelitian ini, luasan terumbu karang dianalisis menggunakan pengindraan jauh dan sistem informasi geografis (SIG), serta pengukuran total valuasi ekonomi berdasarkan penjumlahan dari nilai manfaat langsung, nilai manfaat tidak

langsung, nilai pilihan, nilai keberadaan, dan nilai warisan. Valuasi ekonomi dapat menjadi acuan bila terjadi kerusakan pada ekosistem di Desa Pagar Jaya, terutama pada ekosistem terumbu karang. Nilai atau manfaat yang telah dikonversi ke dalam nilai moneter sangat berguna sebagai acuan untuk menetapkan ganti rugi.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian Sebaran Terumbu Karang dan Valuasi Ekonominya di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung bertujuan untuk:

1. memantau sebaran terumbu karang dan kualitasnya di Desa Pagar Jaya, dan
2. menghitung dan menganalisis total nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian Sebaran Terumbu Karang dan Valuasi Ekonominya di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung diharapkan dapat dimanfaatkan untuk:

1. menyediakan informasi yang akurat dan aktual tentang valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya,
2. mengupayakan perencanaan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya alam di Desa Pagar Jaya secara berkelanjutan, dan
3. memudahkan pemerintah dalam membuat kebijakan untuk mengatasi degradasi sumber daya hayati ekosistem terumbu karang.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Sebagai desa pantai pada umumnya, Desa Pagar Jaya memiliki sumber daya perairan laut yang beraneka ragam, seperti terumbu karang, ikan karang, lamun, dan mangrove. Sumber daya alam tersebut dikelola dan dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung oleh masyarakat desa.

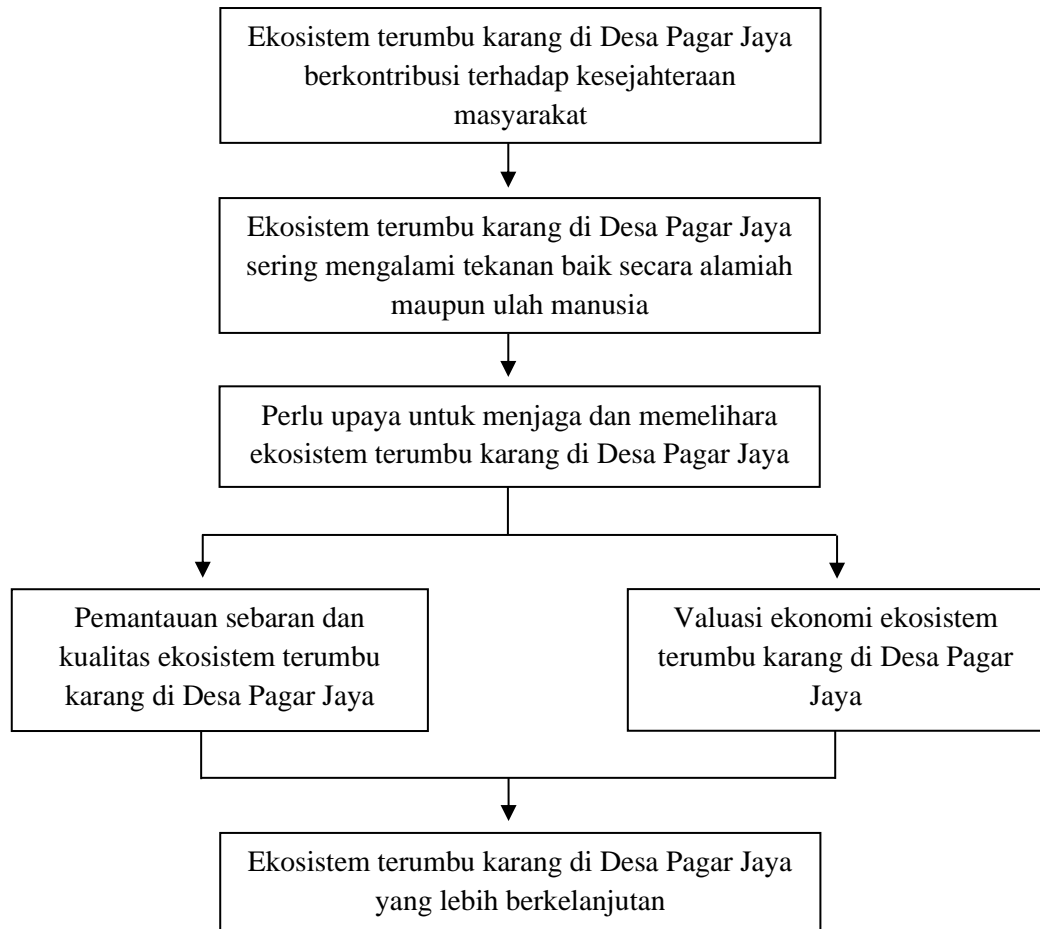
Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem yang penting di Desa Pagar Jaya. Masyarakat desa memanfaatkan terumbu karang sebagai salah satu bentuk wisata bahari bawah laut dan sebagai tempat penangkapan ikan karang. Pemanfaatan ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya membawa kesejahteraan kepada masyarakat. Namun, ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya sering mengalami tekanan, baik secara alamiah maupun ulah manusia.

Degradasi atau kerusakan terumbu karang akan menyebabkan penurunan fungsi ekologis maupun fungsi ekonomis terumbu karang. Jika ekosistem terumbu karang pada suatu daerah rusak, maka ikan-ikan karang dan organisme lain yang menjadikan terumbu karang sebagai tempat mencari makan, pemijahan, dan pengasuhan akan pergi mencari tempat baru. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan hasil penangkapan ikan pada daerah tersebut. Jika terjadinya kerusakan pada ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya, maka akan terjadi juga penurunan fungsi ekologis dan fungsi ekonomisnya.

Sebagai bentuk pencegahan terjadinya penurunan fungsi terumbu karang, perlu diadakannya upaya untuk menjaga dan memelihara ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya. Upaya pencegahan tersebut dapat berupa pemantauan sebaran dan kualitas terumbu karang, serta melakukan penilaian (valuasi) ekonomi terumbu karang di Desa Pagar Jaya.

Pada penelitian, pemantauan sebaran terumbu karang dan kualitasnya dilakukan dengan menghitung dan menganalisis luasan terumbu karang beserta presentase tutupan karang menggunakan pengindraan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Perhitungan nilai ekonomi dihitung dengan menggabungkan nilai manfaat langsung, manfaat tidak langsung, keberadaan, pilihan, dan warisan.

Menghitung luasan tutupan karang dan kualitasnya serta menganalisis nilai ekonomi dari ekosistem terumbu karang merupakan bentuk upaya untuk menjadikan ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya menjadi sumber daya alam yang lebih berkelanjutan (Gambar 1).



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

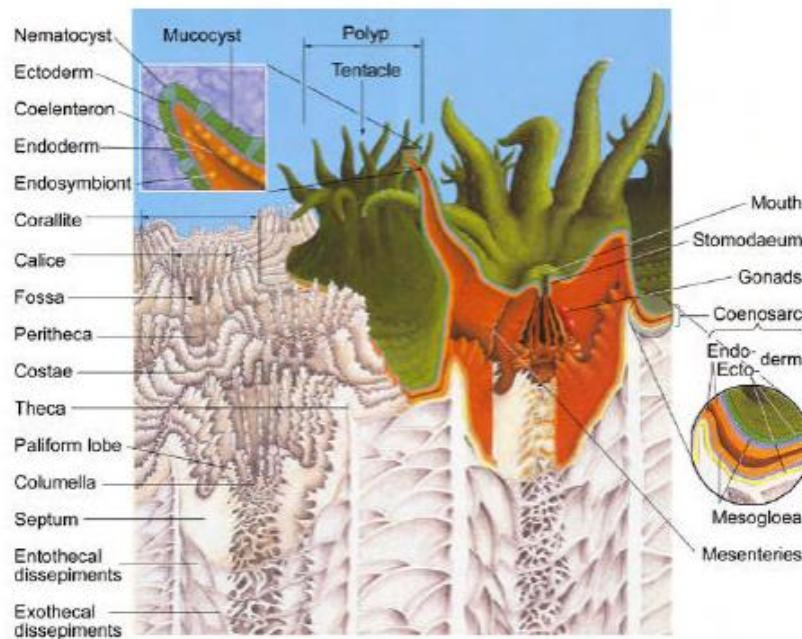
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Terumbu Karang

2.1.1 Terumbu Karang

Terumbu karang adalah ekosistem perairan laut yang terdiri dari sekelompok organisme karang yang membentuk struktur kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium karbonat yang terbentuk semacam batu kapur. Terumbu karang yang ada di Indonesia merupakan terumbu karang paling luas di dunia. Luas terumbu karang di Indonesia mencapai $\pm 284.300 \text{ km}^2$ atau 18% dari populasi terumbu karang di dunia. Terdapat sekitar 590 jenis karang yang tersebar di Indonesia (Mulyono dkk., 2018).

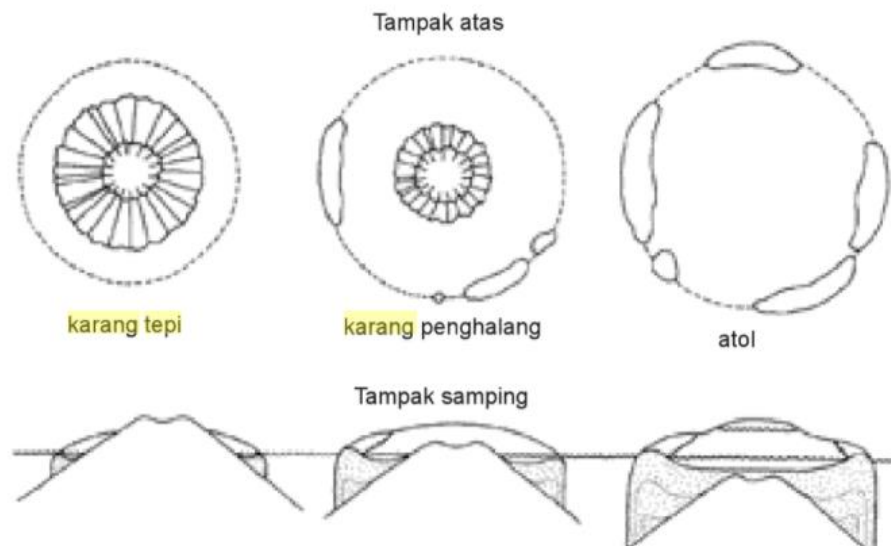
Iyam (2020) menyatakan bahwa terumbu karang merupakan sekumpulan hewan karang yang bersimbiosis dengan sejenis tumbuhan alga yang disebut dengan zooxanthellae. Hewan karang tersebut disebut dengan polip. Polip berbentuk menyerupai batu, mempunyai warna, dan bentuk yang beraneka rupa. Polip merupakan hewan pembentuk utama terumbu karang yang menghasilkan zat kapur. Polip karang merupakan binatang yang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Pada sekitar mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Mulut dilanjutkan dengan tenggorokan pendek yang langsung menghubungkan dengan rongga perut. Di dalam rongga perut terdapat semacam usus yang disebut dengan mesenterii filamen yang berfungsi sebagai alat pencernaan. Kerangka kapur tersebut berupa lempengan-lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar. Lempengan yang berdiri kemudian disebut sebagai septa yang tersusun dari bahan anorganik dan kapur yang merupakan hasil sekresi dari polip karang (Gambar 2).



Gambar 2. Anatomi umum polip dan kerangka karang
Sumber: Abrar (2011)

Bentuk pertumbuhan (*life form*) karang merupakan manifestasi dari polip-polip karang yang menjadi satu. Terdapat 7 bentuk pertumbuhan karang yang jadi morfologinya: berbentuk batu (*massive*), kolom (*columnar*), merayap (*encrusting*), bercabang (*branching*), daun (*foliaceous*), lembaran (*laminar*), dan tidak melekat pada substrat (*free living*). Bentuk pertumbuhan karang sangat plastis karena sangat mudah berubah akibat adaptasi dengan lingkungan. Adaptasi terjadi karena variasi tingkat cahaya matahari yang diterima oleh karang, kekuatan gelombang, dan pergerakan air laut (Veron, 2008 dalam Luthfi, 2018).

Berdasarkan proses terbentuknya (geomorfologi), terumbu karang diklasifikasikan menjadi 3 tipe bentuk terumbu karang (Gambar 3): (1) *fringing reef*, (2) *barrier reef*, dan (3) atol. *Fringing reef* tumbuh sepanjang tepian pesisir. *Barrier reef* berkembang lebih jauh dari pantai dan berada pada perairan yang lebih dalam dari *fringing reef*. Atol muncul dari perairan dalam dan sangat jauh dari daratan (Lucky, 2013).



Gambar 3. Tampak atas dan tampak samping tiga tipe terumbu karang
 Sumber: Kartikasari dkk. (2007)

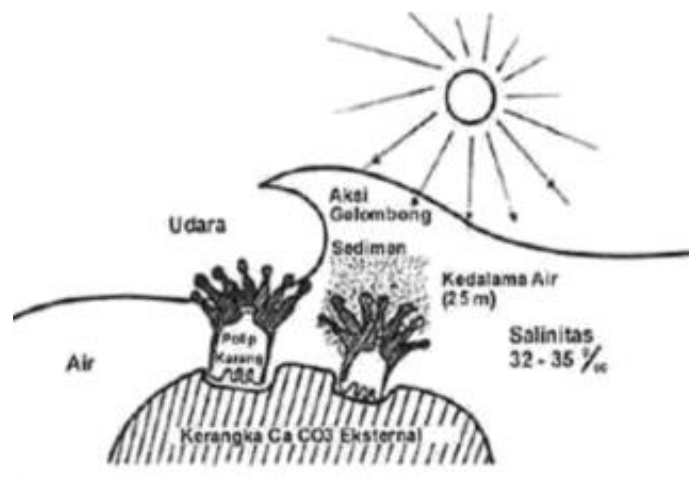
2.1.2 Faktor Pembatas Terumbu Karang

Menurut Rudianto (2019), terumbu karang mengalami pembatasan dalam proses pertumbuhannya. Faktor-faktor pembatas terumbu karang (Gambar 4) dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik lingkungan yang dapat menjadi pembatas bagi karang untuk membentuk karang. Faktor-faktor fisik tersebut di antaranya adalah:

1. Suhu air di atas 18°C. Tetapi bagi perkembangan yang optimal, diperlukan suhu rata-rata tahunan berkisar antara 23-25°C, dengan suhu maksimal yang masih dapat ditolerir berkisar antara 36-40°C.
2. Kedalaman perairan <50 m. Kedalaman untuk perkembangan optimal pada 25 m atau kurang.
3. Salinitas air yang konstan berkisar antara 30-36‰.
4. Perairan yang cerah, bergelombang besar, dan bebas dari sedimen.
5. Kecerahan: faktor tersebut berhubungan dengan penetrasi cahaya. Kecerahan perairan yang tinggi berarti terdapat penetrasi cahaya yang tinggi dan ideal untuk memicu produktivitas perairan yang tinggi.
6. Gelombang: faktor tersebut merupakan faktor pembatas karena gelombang yang terlalu besar dapat merusak struktur terumbu karang, namun umumnya terumbu karang lebih berkembang di daerah yang memiliki gelombang besar.

Aksi gelombang dapat memberikan pasokan air segar, oksigen, plankton, dan membantu menghalangi terjadinya pengendapan pada koloni atau polip karang.

7. Arus: faktor arus dapat berdampak baik atau buruk. Faktor arus bersifat positif apabila membawa nutrisi dan bahan-bahan organik yang diperlukan karang seperti zooxanthellae. Faktor arus bersifat negatif apabila menyebabkan sedimentasi di perairan terumbu karang dan menutupi permukaan karang sehingga berakibat pada kematian karang.

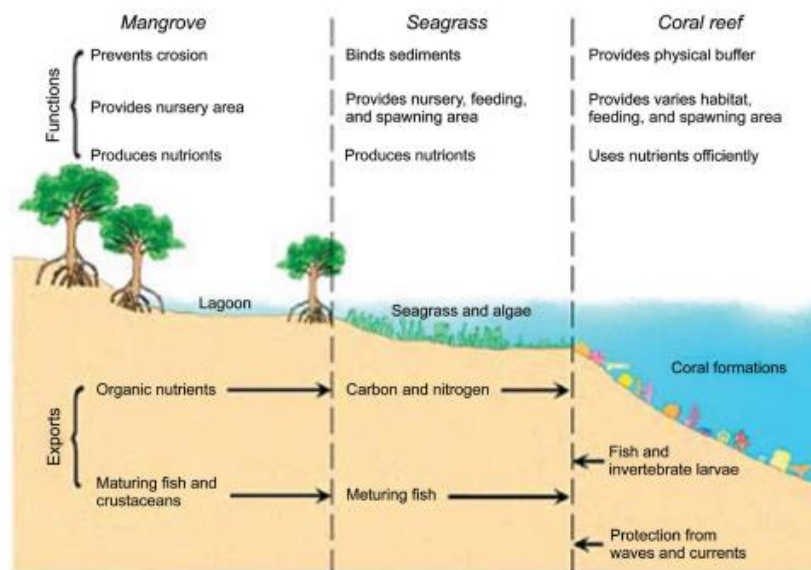


Gambar 4. Faktor lingkungan yang menjadi pembatas bagi pertumbuhan karang
Sumber: Rudianto (2019)

2.1.3 Interaksi Terumbu Karang

Wilayah pesisir memiliki potensi sumber daya alam yang besar dan beraneka ragam. Tiga ekosistem utama dan penting yang ada pada wilayah pesisir yaitu lamun, mangrove, dan terumbu karang. Keterkaitan ekosistem terumbu karang dengan ekosistem lamun dan mangrove ditunjukkan dengan migrasi ikan karang menuju ke padang lamun ataupun hutan mangrove. Ikan-ikan dari daerah terumbu karang atau ikan dari laut terbuka akan bergerak menuju padang lamun dan mangrove saat pasang naik untuk mencari makan dan akan kembali saat surut. Migrasi tersebut disebut migrasi pasang surut (*tidal migration*) (Olii, 2014). Pada penelitian Jaxion-Ham dkk. (2012) menunjukkan bahwa ikan-ikan juvenil menghuni daerah lamun dan mangrove, kemudian akan pindah ke daerah terumbu karang pada saat menjadi ikan dewasa.

Ekosistem terumbu karang berinteraksi dengan ekosistem mangrove dan ekosistem lamun (Gambar 5). Ketiga ekosistem tersebut saling berinteraksi secara fisik maupun biologis. Sebagai contoh, ekosistem mangrove berfungsi sebagai penahan laju sedimentasi dari daratan, sehingga menjaga kejernihan air yang masuk ke ekosistem lamun dan terumbu karang. Demikian pula dengan fungsi ekosistem lamun sebagai pemerangkap sedimen, sehingga menjaga kejernihan air yang masuk ke ekosistem terumbu karang (Sjafrie, 2016).



Gambar 5. Interaksi ekosistem terumbu karang dengan ekosistem mangrove dan lamun

Sumber: Sjafrie (2016)

2.1.4 Fungsi Ekologi Terumbu Karang

Secara ekologis, terumbu karang memiliki peran yang sangat penting untuk perairan laut. Terumbu karang berperan sebagai penyerap gas CO₂, menjernihkan perairan, dan sebagai pelindung pantai dari abrasi akibat gempuran laut. Perlindungan pantai dapat menyelamatkan pertanian, tambak, maupun pemukiman penduduk yang terletak di pesisir (Subagiyo dkk., 2017).

Dilihat dari sisi ekologisnya, terumbu karang berfungsi sebagai *feeding ground*, *nursery ground*, dan *spawning ground* bagi sumber daya ikan dan organisme pendukung lainnya yang hidup di ekosistem tersebut. Ikan-ikan karang dewasa

mencari makan, kemudian berkembang biak dan mengasuh ikan-ikan juvenil di kawasan perairan terumbu karang (Arini, 2013).

2.1.5 Fungsi Ekonomi Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan salah satu dari beberapa sumber daya alam yang ada di laut dan kaya akan keanekaragaman hayati. Terumbu karang berperan besar di sektor perikanan. Berbagai jenis hewan dan tumbuhan hidup di ekosistem terumbu karang. Ada sekitar 590 jenis karang yang di antaranya 350 jenis karang batu, lebih dari 2.500 jenis ikan, 2.500 jenis moluska, 1.500 jenis udang, 10 jenis teripang ekonomis dan 555 jenis alga yang hidup di ekosistem terumbu karang (Nontji, 1993 *dalam* Nahib dkk., 2011).

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu sumber daya pesisir yang mempunyai nilai estetis, dimana nilai estetis tersebut mendatangkan nilai ekonomi melalui aktivitas ekowisata. Ekowisata merupakan kegiatan yang dilakukan oleh manusia baik secara perorangan maupun secara berkelompok melakukan rekreasi sambil mengamati fenomena alam. Kedatangan wisatawan yang berwisata untuk melihat terumbu karang meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat setempat karena masyarakat setempat akan memanfaatkan dengan menawarkan berbagai jasa berupa pelayanan transportasi, makanan, minuman, penginapan, serta pembelian cinderamata (Sambu, 2022).

Drakel (2021) menyatakan bahwa persepsi setiap orang pada terumbu karang berbeda-beda bergantung dari latar belakang orang tersebut serta sisi pandangnya. Bagi para ilmuwan dan peneliti, terumbu karang merupakan teka-teki ekologi yang menantang dengan habitat-habitatnya yang beragam. Dengan kata lain, terumbu karang dapat bernilai ekonomi dari peneliti yang datang untuk meneliti terumbu karang. Kedatangan peneliti ke suatu daerah untuk meneliti terumbu karang mendatangkan keuntungan bagi masyarakat sekitar karena masyarakat sekitar akan memanfaatkan kesempatan tersebut untuk membuka jasa seperti menyewakan tempat tinggal, menyewakan perahu, dan lain sebagainya.

2.1.6 Fungsi Estetika Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang memiliki fungsi estetika yang tinggi sebagai wisata bawah air yang dapat memikat wisatawan untuk menyelam untuk melihat keindahan terumbu karang. Perlu diadakannya pengelolaan lebih lanjut pada daerah ekosistem terumbu karang sebagai kawasan konservasi. Hal tersebut sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas nilai estetika terumbu karang. Jika fungsi estetika terumbu karang lebih diperhatikan, maka akan lebih menguntungkan nilai ekonominya (Setiawan, 2014).

Hadi dkk. (2018) menyatakan bahwa terumbu karang memiliki fungsi estetika dari bentuk morfologinya. Terumbu karang membentuk bentang alam yang unik dan indah yang menarik daya wisata. Selain terumbu karang, ikan-ikan dan organisme lain yang hidup di sekitar terumbu karang juga mendukung estetika di kawasan terumbu karang. Kombinasi keindahan terumbu karang dan beragam warna ikan karang membentuk panorama bawah laut yang mempesona.

2.1.7 Nilai Terumbu Karang

Terumbu karang sebagai salah satu ekosistem pesisir memiliki nilai guna yang signifikan. Terumbu karang merupakan penyumbang perikanan laut kurang lebih 10-15% dari total produksi (Tahang, 2005). Diperkirakan antara 9-12% produksi dunia berasal dari ikan karang, sedangkan di Philipina sebanyak 8-12% produksi berasal dari ikan karang. Pada suatu pulau kecil hasil ikan rata-rata 70% bisa didapatkan 30 ton/km²/tahun. Pemanfaatan ikan hias karang di dunia juga diketahui cukup besar. Tahun 1975 pemasukan ikan hias ke Amerika sebanyak 69% berasal dari Asia Selatan, 27 ton Amerika Latin, serta sisanya 2% berasal dari Afrika (Soedharma, 1997 *dalam* Tahang, 2005).

Pengambilan batu karang sebagai salah satu bahan bangunan untuk daerah pesisir memberikan keuntungan bersih sebesar 121.000 USD per km persegi (dalam nilai netto sekarang). Namun demikian, menimbulkan kerugian netto kepada masyarakat sebesar 93.600 USD dalam nilai perikanan, 12.000-260.000 USD dalam proteksi wilayah pantai, 2.900-481.900 USD dalam nilai pariwisata, 67.000 USD

dalam nilai kerusakan kawasan hutan dan kerugian yang tidak dapat dihitung karena kehilangan pangan dan keanekaragaman hayati (Cesar, 1997 *dalam* Tahang, 2005).

Terumbu karang memiliki manfaat berupa barang dan jasa bagi kehidupan biota yang berasosiasi maupun bagi manusia. Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2003) diacu *dalam* Burke dkk. (2008), mengidentifikasi bahwa barang dan jasa ekosistem terumbu karang terbagi ke dalam empat kategori berdasarkan jasa yang disediakan oleh ekosistem terumbu karang, yaitu: *provisioning services* yaitu produk-produk yang diperoleh dari terumbu karang, *regulating services* yaitu manfaat-manfaat yang didapat dari terkontrolnya proses ekosistem terumbu karang di alam, *cultural services* yaitu manfaat-manfaat nonmaterial yang didapat dari ekosistem terumbu karang, dan *supporting services* yaitu proses alami terumbu karang. Produk barang dan jasa dari terumbu karang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Barang dan jasa ekosistem terumbu karang

Jasa Penyedia	Jasa Pengontrol	Jasa Kebudayaan	Jasa Pendukung
Sumber makanan (ikan)	Penahan erosi	Nilai spiritual dan keagamaan	Pembentuk pasir laut
Sumber genetik	Proteksi badai	Nilai pendidikan dan pengetahuan	Produksi primer
Pengobatan alami dan bahan obat-obatan		Inspirasi	
		Nilai estetika	
		Tradisi	
		Rekreasi dan ekoturisme	

Sumber: Millennium Ecosystem Assessment (2003) *dalam* Burke dkk. (2008)

2.2 Pengindraan Jauh dalam Analisis Luas Karang

2.2.1 Pengindraan Jauh

Pengindraan jauh adalah salah satu ilmu tentang bagaimana mendapatkan informasi tentang objek, daerah, dan fenomena alam dengan cara menganalisis data yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand and Kiefer, 1979 *dalam* Muhtar dkk., 2019). Sistem pengindraan

jauh dapat membantu memberikan data penyebaran terumbu karang. Penginderaan jauh untuk terumbu karang memanfaatkan sinar radiasi elektromagnetik pada daerah spektrum sinar tampak. Spektrum sinar tampak dapat menembus air sehingga dapat mendeteksi terumbu karang yang berada di bawah permukaan air (sehingga dapat terlihat).

Salah satu upaya untuk memperoleh informasi tentang potensi sumber daya wilayah pesisir dan lautan dalam rangka untuk mengoptimalkan pengelolaan wilayah tersebut (salah satunya adalah terumbu karang) adalah penggunaan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Informasi mengenai objek yang terdapat pada suatu lokasi di permukaan bumi diambil dengan menggunakan sensor satelit, kemudian sesuai dengan tujuan kegiatan yang akan dilakukan, informasi mengenai objek tersebut diolah, dianalisis, diinterpretasikan, dan disajikan dalam bentuk informasi spasial dan peta tematik tata ruang dengan menggunakan SIG. Dalam prosesnya, penginderaan jauh sangat bergantung pada energi gelombang elektromagnetik sebab sensor dalam penginderaan jauh membutuhkan energi gelombang elektromagnetik berupa pantulan cahaya sinar matahari maupun energi yang dipancarkan bumi. Dalam penginderaan jauh, diperlukan kamera untuk menangkap pantulan sinar dari objek yang disebut dengan satelit. Kamera yang dipasang pada satelit berfungsi sebagai indra penglihatan yang melakukan perekaman terhadap permukaan bumi pada saat satelit tersebut beredar mengitari bumi menurut garis orbit atau edarnya. Sensor yang ada pada kamera akan mendeteksi informasi permukaan bumi melalui energi radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan ke atas, data energi pantulan radiasi diolah menjadi gejala listrik dan data dikirim ke stasiun pengolahan satelit yang ada di bumi (Syah, 2010).

Dataset citra penginderaan jauh seperti Landsat dan sistem informasi geografis (SIG) berperan sangat penting sebagai sebuah metode yang murah dan mudah dalam penyediaan data liputan kawasan perairan laut dan dinamika di dalamnya. Pada Landsat TM dan ETM, karakteristik air, dan vegetasi dapat dengan mudah diinterpretasi menggunakan jenis band sinar tampak (*visible*) dan inframerah

(*infrared*). Absorpsi gelombang inframerah oleh air dan reflektansi beberapa jenis panjang gelombang yang kuat terhadap jenis obyek vegetasi menjadikan teknik kombinasi tersebut ideal dalam memetakan sebaran terumbu karang (Kasim, 2012).

2.2.2 Citra Landsat

Citra Landsat diluncurkan oleh NASA pada tanggal 23 Juli 1972. NASA resmi meluncurkan satelit pertamanya yang berfungsi untuk keperluan sumber daya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*), menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit tersebut membawa sensor RBV (*return beam vidcin*) dan MSS (*multi spectral scanner*) yang mempunyai resolusi spasial $80 \times 80 \text{ m}^2$. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seri-seri selanjutnya dengan nama yang berurutan, yaitu Landsat 3, 4, 5, dan 6. Landsat 7 yang diorbitkan bulan Maret 1998, merupakan bentuk baru dari Landsat 6 yang gagal mengorbit, sehingga data Landsat 6 tidak tersedia. Adapun Landsat 8 baru diluncurkan 11 Februari 2013 (Irawan dkk., 2017). Yuwana (2022) menyatakan bahwa pada tanggal 27 September 2021 NASA meluncurkan Landsat 9. Landsat 9 memiliki ketelitian lebih baik daripada Landsat 8 dalam mendeteksi suhu permukaan. Landsat 9 memiliki keunggulan dalam perbandingan nilai suhu LST terhadap suhu di lapangan dengan menunjukkan nilai RMSE Landsat 9 lebih besar dari nilai RSME Landsat 8.

Salah satu citra yang digunakan untuk memperoleh informasi objek perairan dangkal, khususnya terumbu karang, adalah citra Landsat 5 dan Landsat 8. Pada citra Landsat 5 saluran gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk melakukan pemetaan terumbu karang pada perairan dangkal yaitu spektrum sinar biru pada saluran pertama dengan kisaran panjang gelombang ($0,45\text{-}0,52 \mu\text{m}$) (Muhtar dkk., 2019). Gerhaneu dan Susantoro (2021) menyatakan bahwa sensor Landsat 8 dapat mempelajari lingkungan perairan, seperti pemodelan atmosfer, pengukuran permukaan, dan jumlah kenaikan air laut lebih baik dari Landsat sebelumnya. Landsat 8 juga dapat digunakan untuk koreksi kolom air dan pemetaan batimetri.

Untuk melakukan pemetaan terumbu karang dengan menggunakan koreksi kolom air, digunakan spektrum sinar biru dengan kisaran panjang gelombang (0,45-0,51 μm).

2.2.3 Satelit dan Resolusi

Syah (2010) menyatakan bahwa satelit kelautan yang ada hingga sekarang dilihat dari sifat orbitnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu berorbit polar yang biasanya juga sinkron dengan matahari (*sun-synchronous*) dan satelit geostasioner yang juga disebut satelit *geo-synchronous* atau *earth-synchronous* atau *synchronous* saja. Satelit berorbit polar bergerak mengelilingi bumi secara terus-menerus dari utara ke selatan atau sebaliknya dan melewati kutub (atau dekat kutub). Satelit tersebut melewati bidang khatulistiwa pada waktu setempat yang selalu sama (waktu lokal). Satelit geostasioner mengelilingi bumi searah dengan gerakan rotasi bumi dan dengan periode yang sama dengan periode rotasi bumi yaitu 24 jam. Data satelit secara umum disebut sebagai citra satelit (*image*), walaupun memang ada satelit yang bukan citra satelit. Kualitas citra yang berarti juga kualitas atau mutu sensor ditentukan oleh resolusinya. Ada beberapa jenis resolusi yang dapat menentukan kualitas sensor satelit. Beberapa jenis resolusi tersebut yaitu resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi radiometrik, dan resolusi spektral.

Resolusi spasial merupakan ukuran terkecil obyek di lapangan yang dapat direkam pada data digital maupun pada citra. Resolusi spasial merupakan ukuran objek terkecil yang mampu disajikan, dibedakan, dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek, semakin baik. Resolusi spasial dipengaruhi oleh pixel citra. Resolusi temporal diartikan sebagai lamanya waktu bagi sensor satelit untuk mengindra daerah yang sama untuk yang kedua kalinya. Satuannya biasanya adalah hari. Semakin banyak jumlah hari yang diperlukan untuk mengindra daerah yang sama maka semakin rendah resolusi temporalnya, dan sebaliknya. Resolusi radiometrik ialah kemampuan sensor dalam mencatat respons spektral objek. Sensor yang peka dapat membedakan selisih respons yang paling lemah sekalipun. Kemampuan sensor yang ada pada resolusi radiometrik secara langsung dikaitkan dengan kemampuan koding, yaitu mengubah intensitas pantulan atau pancaran

spektral menjadi angka digital. Kemampuan koding tersebut dinyatakan dalam bit (Yarjohan dan Oktaviani, 2016). Resolusi spektral dari suatu sensor adalah lebar dan banyaknya saluran yang dapat diserap oleh sensor. Semakin banyak saluran yang dapat diserap dan semakin sempit lebar spektral tiap salurannya maka resolusi spektralnya semakin tinggi. Resolusi spektral berkaitan langsung dengan kemampuan sensor untuk dapat mengidentifikasi objek. Resolusi spektral sensor yang spesifik menentukan jumlah band spektral, di mana sensor dapat memilih radiasi yang direfleksikan (dipantulkan). Tetapi jumlah band-band bukanlah hanya aspek yang penting dari resolusi spektral (Suwargana, 2013).

2.2.4 Koreksi Citra

Koreksi citra merupakan salah satu tahap dalam pengelolaan citra pada penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Koreksi citra adalah suatu kegiatan memperbaiki citra landsat yang digunakan supaya benar-benar memberikan informasi yang jelas dan akurat baik secara geometris maupun radiometris. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa koreksi citra merupakan operasi *preprocessing* (Hafizt dkk., 2017).

Koreksi radiometrik adalah nilai perhitungan ulang nilai DN (*digital number*) pada gambar atau citra berdasarkan beberapa faktor, seperti waktu perekaman citra, nilai yang diketahui dari bayangan sensor kamera pada bidang datar perekaman, daerah gelap pada citra dan faktor lainnya yang berhubungan dengan karakteristik sistem pencitraan (Jaelani, 2016 dalam Muhtar dkk., 2019).

Koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Koreksi geometrik dilakukan untuk mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi. Pada prinsipnya cara mudah koreksi geometrik dengan melihat objek di citra satelit yang mudah dikenali seperti jalan, pelabuhan, maupun lapangan (Irawan dkk., 2017).

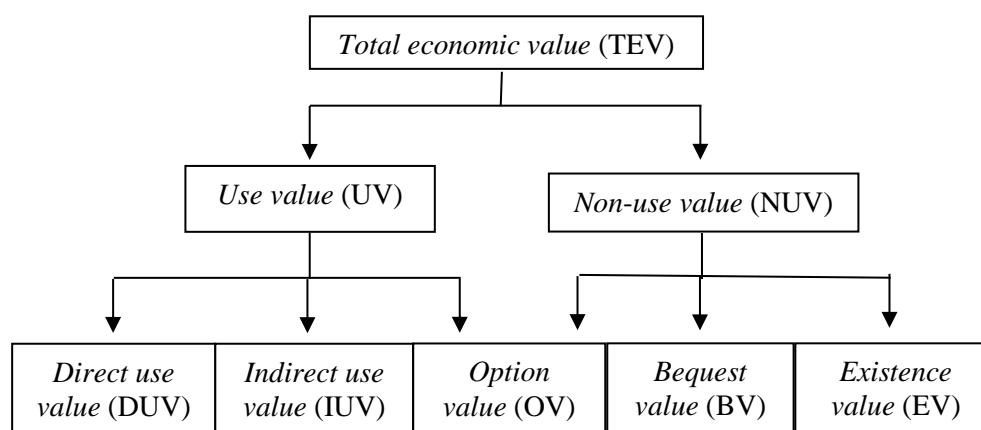
Menurut Lyzenga (1978), pantulan dasar perairan tidak dapat diamati secara langsung pada citra satelit karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Pengaruh oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air dapat dihitung, jika pada setiap titik di suatu wilayah diketahui kedalaman dan karakteristik optis airnya. Prinsip tersebut sebagai dasar untuk mengembangkan teknik penggabungan informasi dari beberapa saluran spektral untuk menghasilkan indeks pemisah kedalaman (*depthinvariant index*) dari material penutup dasar perairan. Parameter masukan dalam algoritma adalah perbandingan antara koefisien pelemahan air (*water attenuation coefficient*) pada beberapa saluran spektral. Algoritma tersebut menyadap informasi material penutup dasar perairan berdasarkan kenyataan bahwa sinyal pantulan dasar mendekati fungsi linier dari pantulan dasar perairan dan merupakan fungsi eksponensial dari kedalaman.

2.3 Konsep Nilai Ekonomi (Valuasi Ekonomi)

Valuasi ekonomi merupakan suatu upaya untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan sumber daya alam dan lingkungan baik atas *market value* maupun *non-market value*. Penilaian ekonomi sumber daya alam merupakan suatu alat ekonomi (*economic tool*) yang menggunakan teknik penilaian tertentu untuk mengestimasi nilai uang dari barang dan jasa yang diberikan oleh suatu sumber daya alam (Fauzi, 2004 *dalam* Zamdial dkk., 2019). Valuasi ekonomi merupakan penilaian terhadap suatu produk barang maupun jasa yang dihasilkan baik dari lingkungan maupun sumber daya alam yang terdiri dari penilaian langsung, penilaian tidak langsung, penilaian pilihan, penilaian warisan, dan penilaian keberadaan.

Tietenberg (2000) menjelaskan bahwa pendekatan valuasi ekonomi biasanya menjumlahkan total valuasi ekonomi berdasarkan 2 hal, yaitu: (1) *use value* (UV), dan (2) *non-use value* (NUV). Pearce dan Morgan (1994) menjelaskan bahwa *use value* adalah nilai yang timbul dari penggunaan sebenarnya dari sumber daya tersebut. *Use value* dibagi lagi menjadi *direct use value* (DUV) yaitu yang secara langsung dapat digunakan seperti perikanan terumbu karang, ekstraksi kayu mangrove dan lain-lain, serta *indirect use value* (IUV) yaitu manfaat dari fungsi

ekosistem seperti fungsi terumbu karang sebagai penahan gelombang. Ada yang memasukkan *option value* (OV) ke dalam *use value* dan ada juga yang memasukkan ke dalam *non-use value*. *Option value* adalah nilai yang ditempatkan orang sebagai kemampuan kegunaan masa depan dari lingkungan atau sumber daya tersebut. *Non-use value* biasanya dibagi lagi menjadi *bequest value* (BV) yaitu nilai pewarisan dan *existence value* (EV) yaitu nilai keberadaan. Skema nilai ekonomi tertera pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema nilai ekonomi

Sumber: Pearce dan Morgan (1994)

2.4 Nilai Manfaat Ekonomi

Nilai manfaat langsung adalah nilai manfaat ekonomi suatu ekosistem yang berhubungan dengan tujuan utama dari hasil suatu ekosistem. Manfaat langsung timbul karena meningkatnya hasil atau produktivitas dengan adanya ekosistem tersebut. Manfaat langsung merupakan kenaikan hasil produksi karena produktivitas ekosistem akibat dari bertambah baiknya ekosistem (Khusaini, 2019).

Nilai manfaat tidak langsung adalah nilai yang berasal dari dukungan dan perlindungan secara tidak langsung yang diberikan oleh suatu ekosistem yang memiliki kegiatan ekonomi. Nilai manfaat tidak langsung biasa disebut juga dengan jasa lingkungan. Nilai manfaat tidak langsung dirasakan manfaatnya secara tidak langsung (LIPI, 2006).

Nilai manfaat keberadaan adalah nilai keberadaan suatu sumber daya alam yang terlepas dari manfaat yang dapat diambil dari pada sumber daya alam tersebut. Nilai keberadaan adalah nilai kepedulian seseorang akan keberadaan suatu sumber daya atau ekosistem berupa nilai yang diberikan seperti manfaat spiritual, estetika, dan kultural. Nilai tersebut lebih terkait dengan nilai kultur atau religius yang melihat hak hidup dari setiap komponen sumber daya alam (Pahan, 2006).

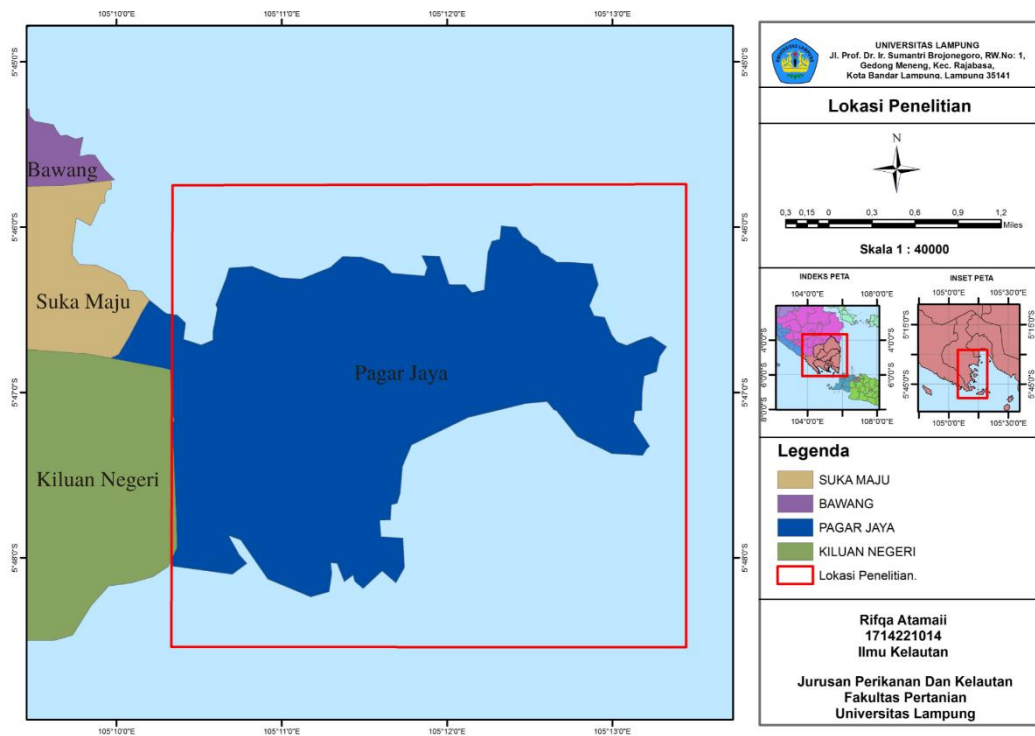
Nilai pilihan mengacu pada nilai penggunaan langsung dan tidak langsung yang berpotensi dihasilkan di masa yang akan datang. Nilai pilihan meliputi manfaat-manfaat sumber daya alam atau suatu ekosistem yang disimpan atau dipertahankan untuk kepentingan yang akan datang. Sumber daya tersebut disimpan atau dipertahankan apabila terdapat ketidakpastian akan ketersediaan sumber daya alam tersebut untuk pemanfaatan yang akan datang (Purba dkk., 2020).

Nilai warisan adalah nilai yang berhubungan dengan perlindungan atau pengawetan suatu sumber daya agar dapat diwariskan kepada generasi berikutnya untuk dimanfaatkan. Nilai warisan mengukur seberapa besar seseorang ingin membayar untuk melestarikan sumber daya alam dan lingkungan untuk anak-anak dan cucu mereka pada masa yang akan datang (Bidayani dkk., 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret–Agustus tahun 2021 dengan dilaksanakan pada 2 tempat: pengolahan data dan pembuatan peta menggunakan *software* Arc GIS 10.3, ENVI 5.3, ER Mapper 7.0, dan Microsoft Excel 2019 dilakukan di Laboratorium Oseanografi Jurusan Perikanan dan Kelautan, dan wawancara dengan menggunakan kuesioner terhadap warga desa dilakukan di Desa Pagar Jaya, Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Letak Desa Pagar Jaya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lokasi Desa Pagar Jaya

3.2 Kondisi Umum Desa Pagar Jaya

3.2.1 Kondisi Geografis

Desa Pagar Jaya merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Punduh Pidada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung dengan koordinat di antara 5°46'50.72" LS dan 105°11'24.83" BT. Desa Pagar Jaya memiliki luas 400 hektar yang terdiri dari 7 dusun dan 10 RT. Ketinggian rata-rata Desa Pagar Jaya adalah 100-500 meter di atas permukaan laut pada wilayah pegunungan atau perbukitan serta wilayahnya terbagi menjadi 3, yaitu terletak di daerah perbukitan, dataran rendah, dan pesisir pantai. Desa Pagar Jaya berjarak 10 km dari kantor kecamatan.

Pada sebelah utara, Desa Pagar Jaya berbatasan dengan laut dan Desa Suka Rame, pada sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Tanggamus, pada sebelah barat berbatasan dengan Desa Suka Maju, dan pada sebelah timur berbatasan dengan laut dan Desa Legundi.

3.2.2 Jumlah Penduduk

Berdasarkan data dari Pemerintah Desa Pagar Jaya (2020), jumlah penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019 sebanyak 1.532 jiwa yang tersebar di 7 dusun. Penduduk terbanyak ada di Dusun VII yaitu Dusun Jaya Tani B dengan jumlah penduduk sebanyak 384 jiwa. Penduduk paling sedikit ada di Dusun III yaitu Dusun Kamintara dengan penduduk sebanyak 93 jiwa. Jumlah penduduk Desa Pagar Jaya yang tersebar di 7 dusun dirinci dalam Tabel 2.

Tabel 2. Sebaran penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019

No	Nama Dusun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah KK
1.	Dusun I (Pagar Jaya Induk)	300	92
2.	Dusun II (Pagar Harapan)	205	52
3.	Dusun III (Kamintara)	93	33
4.	Dusun IV (Batu Payung)	125	34
5.	Dusun V (Benuangan)	114	33
6.	Dusun VI (Jaya Tani A)	311	81
7.	Dusun VII (Jaya Tani B)	384	114
	Jumlah	1.532	439

Sumber: Pemerintah Desa Pagar Jaya (2020)

Jika sebaran penduduk Desa Pagar Jaya diurutkan berdasarkan usia, maka jumlah penduduk terbanyak pada kisaran usia 41 sampai dengan usia 58 tahun sebanyak 245 jiwa, dan penduduk paling sedikit ada pada kisaran usia 11 sampai dengan usia 15 tahun yang hanya sebanyak 105 jiwa. Sebaran penduduk Desa Pagar Jaya jika berdasarkan rentang usia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sebaran penduduk Desa Pagar Jaya berdasarkan rentang usia tahun 2019

No.	Usia (tahun)	Jumlah (jiwa)
1.	<1	151
2.	1-5	129
3.	6-10	114
4.	11-15	105
5.	16-20	119
6.	21-25	160
7.	26-30	177
8.	31-40	181
9.	41-58	245
10.	>58	151
Jumlah		1.532

Sumber: Pemerintah Desa Pagar Jaya (2020)

Berdasarkan penduduk yang tersebar pada setiap dusun, wawancara kuesioner untuk mendapatkan data primer hanya dilakukan pada Dusun Pagar Jaya Induk, Dusun Batu Payung dan Dusun Pagar Harapan dengan alasan ketiga dusun tersebut yang terdapat penduduk yang memenuhi kriteria narasumber, yaitu penduduk yang memanfaatkan keberadaan terumbu karang seperti nelayan, peneliti, dan wisatawan. Seluruh penduduk yang berprofesi sebagai nelayan yang ada di Desa Pagar Jaya tersebar pada tiga dusun tersebut, terlebih tiga dusun tersebut juga merupakan dusun yang paling dekat dengan laut.

3.2.3 Tingkat Pendidikan

Penduduk Desa Pagar Jaya didominasi oleh penduduk yang tidak tamat SD, yaitu sebanyak 461 jiwa atau sebanyak 30% dari seluruh total penduduk, sedangkan jumlah penduduk paling rendah berdasarkan tingkat pendidikan yaitu penduduk yang tamat sarjana sebanyak 12 jiwa atau 0,78% dari seluruh total penduduk.

Sebanyak 69,22% dari total penduduk lainnya ada yang belum menempuh pendidikan atau masih dalam berada dalam pra sekolah, tidak pernah sekolah, tamat SD, tamat SMP, dan tamat SMA. Detail sebaran tingkat pendidikan penduduk Desa Pagar Jaya disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Sebaran tingkat pendidikan penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019

No	Tingkat Pendidikan	Jumlah (jiwa)
1.	Pra sekolah	330
2.	Tidak pernah sekolah	61
3.	Tidak tamat SD	461
4.	Tamat SD	392
5.	Tamat SMP	172
6.	Tamat SMA	104
7.	Tamat D1 / D3	-
8.	Tamat sarjana	12
Total		1.532

Sumber: Pemerintah Desa Pagar Jaya (2020)

Data sebaran tingkat pendidikan penduduk Desa Pagar Jaya menunjukkan bahwa tingkat pendidikan masyarakat Desa Pagar Jaya termasuk ke dalam kategori sangat rendah. Hal tersebut karena pada saat studi lapangan untuk pengambilan data primer, dapat dilihat bahwa sarana dan prasarana sekolah di Desa Pagar Jaya belum memadai untuk aktivitas pendidikan. Di Desa Pagar Jaya, hanya terdapat satu Sekolah Dasar dan satu Sekolah Menengah Pertama yang letaknya jauh dari tiap-tiap dusun. Akses jalan menuju sekolah pada Desa Pagar Jaya dari lingkungan penduduk masih sangat terbatas. Hal tersebut juga bisa menjadi penghambat masyarakat untuk pergi ke sekolah. Oleh karenanya, masyarakat pada Desa Pagar Jaya memiliki minat yang rendah terhadap pendidikan dasar.

Sutaryo dkk. (2015) menjelaskan bahwa tingkat pendidikan yang rendah menyebabkan rendahnya kualitas sumber daya manusia. Untuk menggerakkan roda pembangunan dan ekonomi di sebuah desa membutuhkan kualitas sumber daya manusia yang berkualitas. Rendahnya tingkat pendidikan membuat sumber daya manusia di Desa Pagar Jaya belum mampu mengelola potensi sumber daya alam yang ada secara optimal tanpa merusak sumber daya alam tersebut. Terumbu karang termasuk ke dalam potensi sumber daya alam tersebut. Sejak dulu hingga

sekarang, terumbu karang di Desa Pagar Jaya dimanfaatkan tanpa adanya rehabilitasi atau upaya agar kelestariannya terjaga.

3.2.4 Mata Pencaharian

Masyarakat Desa Pagar Jaya sebanyak 745 orang atau 68,85% dari orang dewasa yang berprofesi sebagai petani, sedangkan 32% lainnya bekerja sebagai pedagang, pegawai negeri sipil, bidan, nelayan, montir, buruh tani, buruh swasta, dan sebagai peternak kambing. Sebaran mata pencaharian penduduk Desa Pagar Jaya disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Sebaran mata pencaharian penduduk Desa Pagar Jaya tahun 2019

No	Pekerjaan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1.	Bidan	1	0,10
2.	Buruh swasta	100	9,24
3.	Buruh tani	55	5,08
4.	Montir	4	0,36
5.	Nelayan	50	4,62
6.	Pedagang	50	4,62
7.	Pegawai negeri sipil	2	0,20
8.	Petani	745	68,85
9.	Peternak kambing	75	6,93
Total		1.082	100

Sumber: Profil Desa Pagar Jaya (2020)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Bahan yang akan diolah adalah citra Landsat 8 OLI/TRIS tahun 2021. Alat dan bahan tersebut tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Alat dan bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Alat tulis	Untuk pencatatan data di lapangan.
2.	Arc GIS 10.3	Perangkat lunak untuk pembuatan peta luas terumbu karang.
3.	Citra Landsat 8 OLI/TRIS tahun 2021	Sebagai data yang akan diolah untuk menganalisis luas terumbu karang.
4.	ENVI 5.3	Perangkat lunak untuk pengolahan data citra satelit.
5.	ER Mapper 7.0	Perangkat lunak untuk pengolahan data citra satelit.
6.	Kamera	Untuk dokumentasi penelitian.
7.	Laptop	Untuk pengolahan data.
8.	Lembar kuesioner	Untuk mengidentifikasi pemanfaatan terumbu karang yang dilakukan oleh masyarakat.
9.	Microsoft Excel 2019	Perangkat lunak untuk mengekstrak serta pengolahan data.

3.4 Metode

3.4.1 Pengumpulan Data

a. Data primer

Data primer merupakan data asli yang dikumpulkan oleh peneliti untuk menjawab masalah penelitiannya secara khusus (Sugiyono, 2009). Data primer pada penelitian berupa hasil wawancara dengan menggunakan kuesioner. Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk menjawabnya (Saputra dkk., 2019). Adapun kuesioner adalah perangkat wawancara. Data primer yang digunakan adalah data untuk menghitung dan menganalisis: (1) luas terumbu karang (ha), (2) nilai manfaat langsung perikanan terumbu, (3) nilai manfaat langsung pariwisata, (4) nilai manfaat langsung penelitian, dan (5) nilai manfaat keberadaan terumbu karang. Kuesioner penelitian dilampirkan pada Lampiran 1.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada. Data sekunder merupakan data yang berasal dari instansi terkait ataupun data penelitian di lokasi yang sama atau

penelitian serupa sebelumnya (Haslindah dkk., 2019). Data sekunder adalah data yang bersumber dari catatan yang ada pada perusahaan dan dari sumber lainnya, yaitu dengan mengadakan studi kepustakaan dengan mempelajari buku-buku yang ada hubungannya dengan objek penelitian atau dapat dilakukan dengan menggunakan data dari biro pusat statistik (BPS) (Saputra dkk., 2019). Pada penelitian, data sekunder yang dibutuhkan adalah data: (1) citra Landsat 8 OLI/TRIS tahun 2021, (2) kondisi umum Desa Pagar Jaya, (3) jumlah nelayan di Desa Pagar Jaya, dan (4) panjang garis pantai Desa Pagar Jaya untuk menghitung biaya penggantian penahan ombak (*breakwater*).

3.4.2 Penentuan Responden

Data responden ditentukan dari seluruh populasi penelitian. Populasi dalam penelitian adalah seluruh nelayan Desa Pagar Jaya. Menurut data Desa Pagar Jaya (2020), nelayan yang melakukan penangkapan ikan di sekitar ekosistem terumbu karang perairan Desa Pagar Jaya berjumlah 50 orang. Data yang diperoleh dari responden (nelayan) yaitu: (1) alat tangkap yang digunakan, (2) jenis ikan yang ditangkap, (3) biaya operasional penangkapan ikan, (4) frekuensi penangkapan ikan, dan (4) kesiediaan nelayan untuk membayar (WTP) sebagai bentuk pemeliharaan ekosistem terumbu karang.

3.4.3 Prosedur Penelitian

1. Pembuatan peta luas dan tutupan terumbu karang

Analisis luasan terumbu karang pada penelitian mengacu pada Giofandi dkk. (2019), dengan urutan pengolahan sebagai berikut:

a. Koreksi radiometrik

Tarigan dkk. (2019) menyatakan bahwa koreksi radiometrik merupakan koreksi yang dilakukan karena adanya efek atmosferik yang mengakibatkan kenampakan bumi yang tidak selalu tajam. Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra akibat gangguan di atmosfer seperti hamburan awan atau hamburan objek lainnya yang menghalangi citra. Metode pergeseran histogram dapat

dilakukan dalam perbaikan koreksi radiometrik. Jika pengaruh atmosfer tidak ada, maka nilai digital (ND) pada liputan citra pasti ditemui nilai piksel dengan nilai nol. Jika ND piksel minimum pada histogram citra tidak sama dengan nol, berarti menunjukkan adanya gangguan pengaruh atmosfer sehingga perlu dikoreksi dengan cara histogram pada nilai minimum digeser ke titik nol. Data statistik citra digunakan sebagai acuan untuk pengurangan nilai digital pada setiap band agar menjadi nol. Metode pengurangan menggunakan *band math*.

b. Koreksi geometrik

Menurut Irawan dkk., (2017), perlu dilakukan proses akurasi geometrik untuk mengetahui ketelitian geometrik citra. Kesalahan geometrik menunjukkan seberapa jauh titik koordinat tersebut bergeser dari koordinat yang sebenarnya. Ketelitian geometrik dapat dilihat dari nilai akurasi horizontal atau koordinat X dan Y, di mana akurasi horizontal citra Landsat tidak boleh lebih dari satu piksel atau 30 m. Jika memenuhi syarat maka citranya dapat dijadikan data penelitian.

c. *Cropping* dan *masking* citra

Pemotongan citra/*cropping* adalah salah satu proses pengolahan citra yang digunakan untuk memperkecil daerah pengamatan suatu penelitian. Pemotongan citra bertujuan untuk memperkecil kapasitas file dan juga mempercepat proses pengolahan dalam *software* yang digunakan bila dibandingkan pengolahan data satu *scene* penuh. Adapun *masking* adalah pemisahan antara objek yang diamati dengan objek yang tidak diamati. *Masking* bertujuan untuk membatasi area analisis citra, memberikan pemisahan antara daratan dan wilayah perairan. Jika tidak dipisahkan/tidak dilakukan *masking*, maka piksel citra yang berada di daratan akan mengganggu interpretasi pada proses berikutnya serta beberapa objek sulit dikenali karena beberapa nilai objek tertentu bernilai sama dengan piksel objek tertentu di perairan. Proses *masking* dilakukan manual dengan mendigit pada batas pinggir pantai dalam bentuk polygon (Giofandi dkk., 2019).

d. Koreksi kolom air

Algoritma Lyzenga atau yang biasa disebut dengan metode koreksi kolom air (*water column correction*). Algoritma Lyzenga dikembangkan di perairan Indonesia (Siregar, 2010) dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = (\ln \text{band 1}) + \left(\frac{K_i}{K_j}\right) \times \ln \text{band 2}$$

Keterangan:

$$K_i/K_j = \alpha + (\alpha + 1)^{1/2}$$

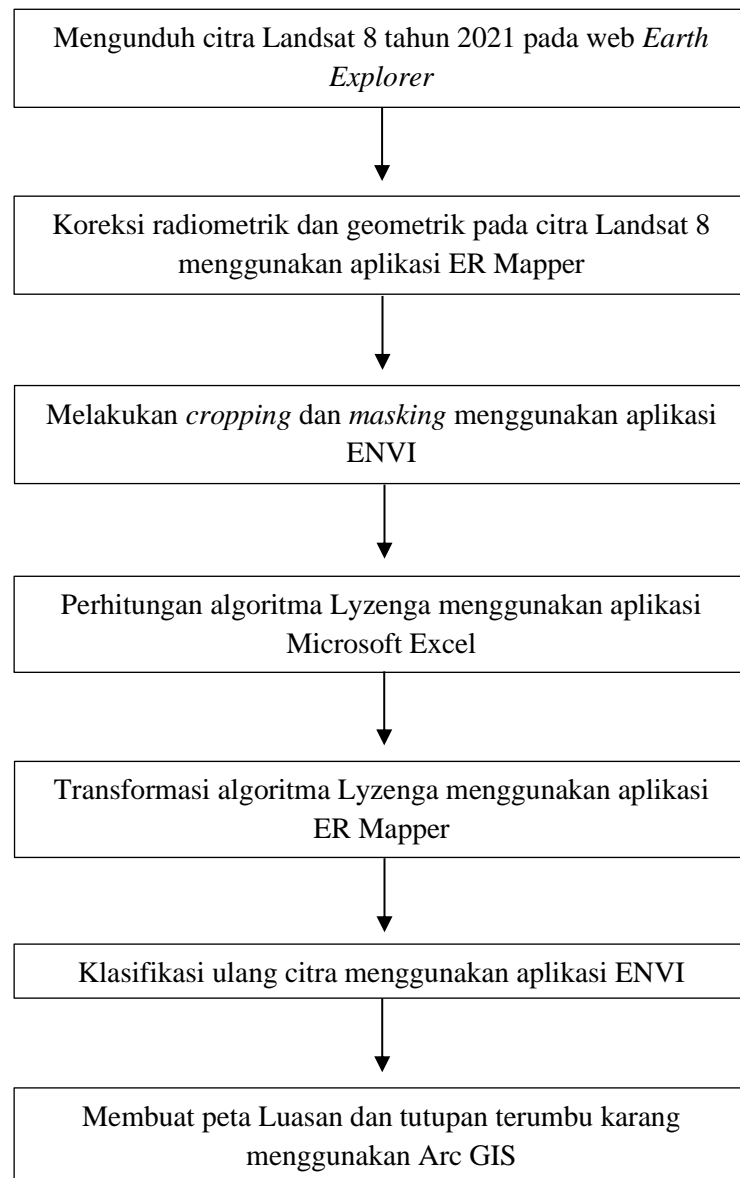
$$\alpha = \frac{(\text{varian band 1} - \text{varian band 2})}{(2 \times \text{covarian band 1 dan band 2})}$$

e. Klasifikasi citra

Klasifikasi citra dilakukan untuk melihat hasil klasifikasi pada interpretasi proses Lyzenga sehingga perlu dilakukan proses training ulang klasifikasi kembali dengan kunci interpretasi yang ada sebelumnya, supaya menghasilkan kelas substrat yang sesuai dengan keadaan di lapangan (Giofandi dkk., 2019).

f. Pembuatan peta

Citra yang sudah diolah menggunakan algoritma Lyzenga dapat menjadi bahan pembuatan peta luasan atau sebaran terumbu karang. Peta tersebut dapat dibuat menggunakan perangkat lunak Arc Map pada Arc GIS. Proses pengolahan analisis terumbu karang disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir proses pengolahan data analisis luasan terumbu karang
Sumber: Giofandi dkk. (2019)

g. Penentuan kondisi tutupan karang

Setelah didapat persentase tutupan karang, dapat diketahui kriteria tutupan karang dengan mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 sebagaimana yang tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria kondisi tutupan karang di Indonesia

Kondisi Tutupan Karang	Persentase (%)
Buruk	0 – 24
Sedang	25 – 49
Baik	50 – 74
Baik sekali	75 – 100

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

2. Perhitungan valuasi ekonomi terumbu karang

a. Nilai manfaat langsung terumbu karang

Manfaat langsung (*direct use value*) adalah manfaat yang dapat diperoleh dari ekosistem terumbu karang. Misalnya manfaat langsung ikan karang. Manfaat langsung ikan karang dihitung menggunakan *market price method*, yaitu dengan menghitung jumlah pendapatan seluruh jenis ikan yang sering ditangkap nelayan (populasi terbanyak). Nilai manfaat ikan karang dihitung selama 1 tahun. Nilai tersebut kemudian dikurangi dengan biaya operasional kegiatan. Saputra dkk., (2019) menjabarkan perhitungan total hasil perikanan sebagai berikut:

$$\text{Nilai ikan} = (T \times H) - B$$

Keterangan:

T = Tangkapan ikan (kg)

H = Harga jual (Rp/kg)

B = Biaya operasional (Rp)

b. Nilai manfaat tidak langsung terumbu karang

Manfaat tidak langsung (*indirect use value*) adalah nilai manfaat yang diperoleh dari ekosistem terumbu karang secara tidak langsung, misalnya sebagai penahan ombak dan serapan karbon. Total manfaat tidak langsung dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai manfaat pelindung pantai dan nilai manfaat serapan karbon terumbu karang.

1. Pelindung pantai

Manfaat tidak langsung sebagai pelindung pantai (manfaat penahan gelombang) dihitung dengan pendekatan *replacement cost method* atau biaya pengganti. Biaya pengganti adalah jumlah pengeluaran untuk mendapatkan kembali barang dan jasa yang sama (Parmawati, 2019). Pada penelitian biaya pengganti menggunakan biaya pembuatan *breakwater* atau penahan ombak. Metode *replacement cost method* mengacu pada Zamdial dkk. (2019) dengan persamaan:

Nilai manfaat pelindung pantai =

$$\frac{\text{volume bangunan } breakwater \text{ (m}^3\text{)} \times \text{biaya pembuatan penahan ombak (Rp)}}{10}$$

Keterangan:

Volume bangunan *breakwater* (m³) = panjang garis pantai (m) x t (2 m) x l (1 m), dan asumsi untuk biaya pembuatan penahan ombak sebesar Rp1.500.000,00/m³.

2. Serapan karbon

Karang merupakan salah satu ekosistem yang dapat menyerap karbon sebagai bentuk respirasi. Terumbu karang menyerap karbon lalu memproduksi oksigen. Semakin baik suatu kondisi terumbu karang, semakin banyak karbon yang dapat diserap.

Nilai serapan karbon = luas terumbu karang hidup x 25 ton karbon x US\$10

Perhitungan nilai manfaat terumbu karang sebagai penyerap karbon mengacu pada Soemarwoto (2001), yaitu nilai 1 ton karbon berkisar antara US\$1-28 dengan menggunakan asumsi harga US\$10 per ton atau setara dengan Rp140.321,00 per ton dan nilai produktivitas primer terumbu karang sebesar 2500g/m²/tahun. Artinya, dalam 1 hektar terumbu karang menghasilkan 25 ton karbon.

c. Nilai manfaat keberadaan terumbu karang

Nilai manfaat keberadaan (*existence value*) merupakan nilai yang diukur dari manfaat yang dirasakan masyarakat karena keberadaan suatu ekosistem. Manfaat tersebut merupakan nilai ekonomis keberadaan (fisik) dari ekosistem terumbu karang. Perhitungan diestimasi dengan menggunakan teknis *contingent valuation method*, yaitu mengestimasi penilaian individu terhadap suatu barang dan jasa. Data diambil menggunakan kuesioner dengan responden nelayan yang memanfaatkan terumbu karang di kawasan Desa Pagar Jaya. Manfaat tersebut dihitung dengan metode *willingness to pay* (kesediaan membayar), yaitu menanyakan tentang nilai atau harga yang diberikan nelayan akan keberadaan ekosistem terumbu karang agar terumbu karang tetap terpelihara. Fauzi (2002) merumuskan perhitungan nilai manfaat keberadaan terumbu karang sebagai berikut:

$$EV = \sum_{i=1}^n \left(\frac{R_i}{n} \right) \times K$$

Keterangan:

EV = Manfaat keberadaan

R_i = Pendapatan responden ke-i (bulan)

n = Jumlah responden

K = Jumlah KK pada Desa Pagar Jaya

d. Nilai manfaat pilihan terumbu karang

Nilai manfaat pilihan (*option value*) diartikan sebagai nilai yang diberikan oleh masyarakat atas adanya pilihan untuk menikmati barang dan jasa dari sumber daya alam pada masa yang akan datang. Mengacu pada penelitian Fauzi dan Anna (2005), nilai keanekaragaman hayati ekosistem terumbu karang sebesar US\$50/ha/tahun atau setara dengan Rp740.770,00/ha/tahun.

Manfaat pilihan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$OV = (Nb \times L)$$

Keterangan:

OV = Manfaat pilihan

Nb = Nilai keanekaragaman hayati terumbu karang (\$50/ha/tahun)

L = Luas kawasan terumbu karang (ha)

e. Nilai manfaat warisan terumbu karang

Nilai warisan (*bequest value*) yang dimiliki ekosistem terumbu karang tidak dapat dinilai dengan pendekatan nilai pasar. Mengacu pada Hasmin (2006) bahwa nilai warisan tidak kurang 10% dari nilai manfaat langsung terumbu karang atau dengan persamaan:

$$BV: 10\% \times \text{total nilai manfaat langsung}$$

Keterangan:

BV = *Bequest value* (nilai warisan)

f. Total valuasi ekonomi terumbu karang

Nilai ekonomi total (TEV) merupakan nilai-nilai ekonomi yang terkandung dalam suatu sumber daya alam. Nilai-nilai tersebut berupa nilai manfaat langsung (*direct use value*), nilai manfaat tidak langsung (*indirect use value*), nilai keberadaan (*existence value*), nilai pilihan (*option value*), dan nilai warisan (*bequest value*). Diacu dari Pearce dan Morgan (1994), maka perhitungan total valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya (Gambar 9), dapat dihitung sebagai berikut:

$$TEV = UV + NUV = (DUV + IUV + OV) + (EV + BV)$$

Keterangan:

TEV = *Total economic value* (nilai ekonomi total)

UV = *Use value* (nilai guna)

NUV = *Non-use value* (nilai non guna)

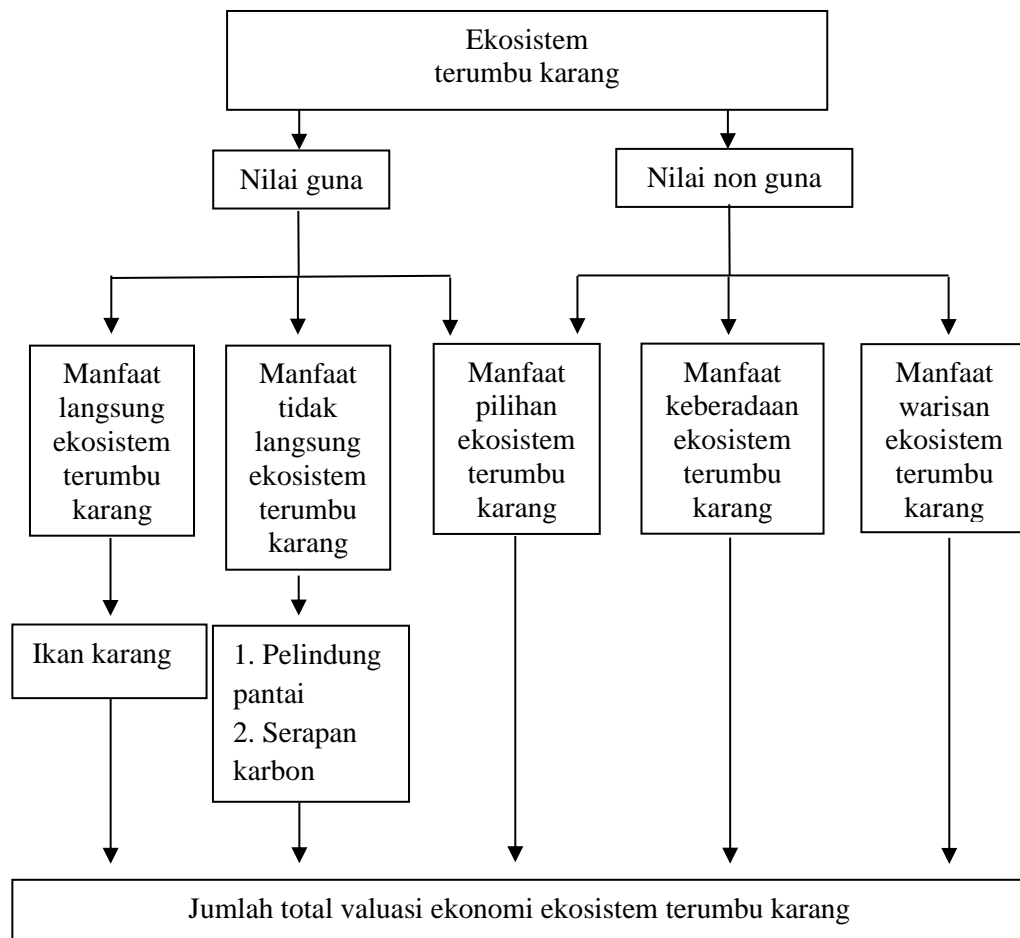
DUV = *Direct use value* (nilai manfaat langsung)

IUV = *Indirect use value* (Nilai manfaat tidak langsung)

OV = *Option value* (nilai pilihan)

EV = *Existance value* (nilai keberadaan)

BV = *Bequest value* (nilai warisan)



Gambar 9. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang
Sumber: Pearce dan Morgan (1994)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya memiliki luas 102,4501 ha dengan luasan ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya didominasi oleh karang hidup seluas 32,5136 ha (31,74%),
2. total nilai ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya pada tahun 2021 memiliki nilai sebesar Rp1.161.497.796,83 dengan nilai manfaat ekonomi yang paling besar didapat dari nilai manfaat langsung penangkapan ikan karang senilai Rp566.000.000,00.

5.2 Saran

Setelah melakukan analisis valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya, penulis dalam penelitian menyarankan:

1. perlu diadakannya peningkatan kesadaran di kalangan masyarakat (bukan hanya nelayan) untuk menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang dan sumber daya alam lain di perairan laut Desa Pagar Jaya untuk meningkatkan potensi ekosistem terumbu karang dan sumber daya alam lain,
2. perlu adanya kerja sama dan koordinasi antara pemerintah dan *stake holder* dalam pengelolaan dan pemanfaatan ekosistem terumbu karang yang lebih baik, agar lebih mengedepankan pengelolaan sumber daya alam yang lestari dan berkelanjutan,
3. perlu diadakan konservasi atau rehabilitasi terumbu karang di Desa Pagar Jaya untuk keberlangsungan hidup ekosistem terumbu karang di Desa Pagar Jaya yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M. 2011. *Kelulusan Hidup Rekrutmen Karang (Scelactinia) di Perairan Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 98 hlm.
- Arini, D. I. D. 2013. Potensi terumbu karang Indonesia: Tantangan dan upaya konservasinya. *Info BPK Manado*. 3(2): 147-173.
- Arizona, R. 2018. *Analisis Dampak Pengembangan Pariwisata terhadap Pemberdayaan Masyarakat dalam Perspektif Ekonomi Islam*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 126 hlm.
- Asadi, M. A., dan Andrimida, A. 2017. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang Bangsring, Bayuwangi, Indonesia. *Journal of Economic and Social of Fisheries and Marine*. 4(2): 144-152.
DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2017.004.02.04>.
- Bidayani, E., Kurniawan, dan Anggeraini, L. 2019. *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan pada Zona Konflik*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo. 117 hlm.
- Burke, L., Greenhalgh, S., dan Prager, D. 2008. *Coastal Capital-Economic Valuation of Coral Reefs in Tobago and St Lucia*. World Resource Institute. Washington DC. 77 hlm.
- Dahuri, Rais, J., Ginting, S. P., dan Sitepu, M. J. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 149 hlm.
- Drakel, A. 2021. Valuasi ekonomi sumber daya pesisir Kota Ternate (Suatu studi nilai ekonomi pesisir sebagai *moral suation* dalam usaha menjaga dan melestarikannya). *Jurnal Pendidikan dan Ekonomi*. 2(2): 1-15.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo>.
- Efendi, E., Kusuma, A. H., Putri, B., dan Susanti, O. 2020. Rehabilitasi terumbu karang dengan aplikasi teknik propagasi di Desa Pagar Jaya Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sinergi*. 1(7): 41-49.
DOI: <https://doi.org/10.23960/jsi.v1i1.7>.

- Fauzi, A. 2002. *Valuasi Ekonomi Sumber daya Pesisir dan Lautan*. Makalah pada Pelatihan Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Universitas Diponegoro. Semarang. 34 hlm.
- Fauzi, A., dan Anna, S. 2005. *Studi Valuasi Ekonomi Perencanaan Kawasan Konservasi Selat Lembeh, Sulawesi Utara*. USAID, DKP, dan Mitra Pesisir. Jakarta Pusat. 66 hlm.
- Gerhaneu, N. Y., dan Susantoro, T. M. 2021. Analisis kanal-kanal Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) untuk pemetaan batimetri di sekitar Pulau Patri, Kota Batam. *Jurnal Geologi Kelautan*. 18(1): 11-22.
DOI: <http://dx.doi.org/10.32693/jgk.18.1.2020.648>.
- Giofandi, E. A., Safitri, Y., dan Eduardi, A. 2019. Deteksi keberadaan ekosistem padang lamun dan terumbu karang menggunakan algoritma Lyzenga serta kemampuan menyimpan karbon di Pulau Kudingarenglombo. *Jurnal Kelautan*. 12(2): 165-174. DOI: <http://doi.org/10.21107/jk.v12i2.5803>.
- Guntur., Sambah, A. B., dan Jaziri, A. A. 2018. *Rehabilitas Terumbu Karang*. UB Press. Malang. 119 hlm.
- Hadi, T. A., Giyanto., Prayudha, B., Hafizt, M., dan Suharsono, A. B. 2018. *Status Terumbu Karang Indonesia 2018*. Puslit Oseanografi LIPI. Jakarta Utara. 34 hlm.
- Hafizt, M., Iswaril, M. Y., dan Prayudha, B. 2017. Kajian metode klasifikasi citra Landsat 8 untuk pemetaan habitat bentik di Kepulauan Padaido, Papua. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 2017. 2(1): 1-13.
- Haslindah., Indah, Y. N., dan Hasmin. 2019. *Valuasi Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang di Taman Wisata Perairan Kapoposang Kabupaten Pangkep*. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar. 12 hlm.
- Hasmin. 2006. *Penilaian Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Kapoposang, Sarappo Keke, dan Saugi Kabupaten Pangkep*. (Tesis). Universitas Hasanuddin. Makassar. 158 hlm.
- Irawan, J., Sasmito, B., dan Suprayogi, A. 2017. Pemetaan sebaran terumbu karang dengan metode algoritma Lyzenga secara temporal menggunakan citra Landsat 5, 7, dan 8. *Jurnal Geodesi Undip*. 6(2): 56-61.
- Iskandar, M. W. T., dan Yanuar, Y. 2019. Karakteristik dan peramalan pasang surut di perairan Pagar Jaya, Lampung. *Dalam: Umar, M. T., Aslamsyah, S., Amir, N., Achmad, M., Moka, W. J. C., Nur, K. U., dan Rahim, A. (Eds). Pengelolaan Sumber daya Perairan untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan VI Universitas Hasanuddin 21 Juni 2019. Universitas Hasanuddin. Makassar. Hal: 191-200.

- Iyam. 2020. *Pemeliharaan Terumbu Karang*. Penerbit Titian Ilmu. Bandung. 108 hlm.
- Jaxion-Ham, J., Saunders, J., dan Speight, M. R. 2012. Distribution of fish in sea-grass, mangrove and coral reef: life-stage dependent habitat use in Honduras. *Rev Biol Trop*. 60(2): 683-698.
- Kartikasari, S. N., Marshall, A. J., dan Beehler, B. M. 2007. *Ekologi Papua*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta Pusat. 981 hlm.
- Kasim, F. 2012. Pendekatan beberapa metode dalam monitoring perubahan garis pantai menggunakan dataset penginderaan jauh landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*. 5(1): 620-635.
- Kawaroe, M. 2005. *Kajian Marine Carbon Sink sebagai Potensi Kelautan yang Belum Populer*. (Makalah). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 6 hlm.
- Khusaini, M. 2019. *Ekonomi Publik*. UB Press. Malang. 226 hlm.
- Kustanti, A. 2011. *Manajemen Hutan Mangrove*. PT Penerbit IPB Press. Bogor. 248 hlm.
- Lasabuda, R. 2013. Pembangunan wilayah pesisir dan lautan dalam perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(2): 92-101.
- Lestaluhu, R. A., dan Wasahua, J. 2014. Valuasi ekonomi sumber daya terumbu karang Kepulauan Banda Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 7(1): 25-34.
- LIPI. 2006. *Masyarakat Indonesia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta Pusat. 49 hlm.
- Lucky, A. 2013. *Coral Governance*. IPB Press. Bogor. 512 hlm.
- Luthfi, O. M. 2018. *Terumbu Karang di Cagar Alam Pulau Sempu*. UB Press. Malang. 206 hlm.
- Lyzenga, R. D. 1978. Shallow water bathymetri using combined lidar and multi-spectral scanner data. *International Journal Remote Sensing*. 6(1): 115-125.
- Maduppa, H., Arafat, D., Nugraha, A. H., Lestari, D. F., Setyaningsih, W. A., Santoso, P., dan Anggaini, N. P. 2021. *Buku Panduan Praktikum Keanekaragaman Hayati Laut*. PT Penerbit IPB Press. Bogor. 100 hlm.
- Maharmingnastiti, W., Saputra, S. W., dan Wijayanto, D. 2015. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang di Perairan Karang Kelop Kabupaten Kendal. *Diponegoro Journal of Maquares*. 4(3): 188-194.

- Mansyur, A., dan Lawelle, S. A. 2016. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang Wakatobi. *Jurnal Bisnis Perikanan FPIK UHO*. 3(1): 1-12.
- Marhayana, S., Halid, I., dan Bakti, F. K. 2021. *Pengelolaan dan Pola Pemanfaatan Ekosistem Lamun untuk Perikanan Baronang Lingkis Berkelanjutan*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta. 112 hlm.
- Muhtar, F., Armijon., Murdapa, F., dan Fadly, R. 2019. Analisa luasan terumbu karang di perairan Pulau Tegal Lampung dengan teknologi pengindraan jauh. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. 5(2): 55-67.
DOI: <https://doi.org/10.23960/jge.v5i2.29>.
- Mulyono, M., Firdaus, R., Alka, C. M. N., dan Hamdani. 2018. *Sumber daya Hayati Laut Indonesia*. STP Press. Jakarta Selatan. 114 hlm.
- Nahib, I., Suwarno, Y., Soleman, M. K., dan Arief, S. 2011. Pengembangan valuasi ekonomi terumbu karang spasial dengan sistem informasi geografis dan metode benefit transfer. *Majalah Ilmiah Globe*. 13(2): 121-131.
- Olii, A. H. 2014. *Ekosisten dan Organisme yang Berasosiasi di Perairan Kwardang Kabupaten Gorontalo Utara*. (Laporan Penelitian Fundamental). Gorontalo. 75 hlm.
- Pahan, I. 2006. *Panduan Teknis Budidaya Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Depok. 122 hlm.
- Parmawati, R. 2019. *Valuasi Ekonomi Sumber daya Alam dan Lingkungan Menuju Ekonomi Hijau*. UB Press. Malang. 188 hlm.
- Pasya, G. 2017. *Penanganan Konflik Lingkungan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta Pusat. 272 hlm.
- Pearce, D., dan Morgan, D. 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. Earthscan Publications Limited. London. 59 hlm.
- Pemerintah Desa Pagar Jaya. 2020. *Profil Desa Pagar Jaya*. Pesawaran. 19 hlm.
- Prianto, E. 2019. *Efek Pemutihan Karang terhadap Komunitas Ikan*. IPB Press. Bogor. 246 hlm.
- Purba, B., Nainggolan, L. E., Siregar, R. T., Chaerul, M., Simarmata, M. M. T., Bachtiar, E., Rahmadana, M. F., Marzuki, I., dan Meganingrata, A. 2020. *Ekonomi Sumber Daya Alam: Sebuah Konsep, Fakta dan Gagasan*. Yayasan Kita Menulis. Sumatera Utara. 146 hlm.
- Putri, I. A. P. 2009. *Valuasi Ekonomi Terumbu Karang Kawasan Konservasi Laut Kepulauan Seribu*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 129 hlm.

- Rahman, D. U., Risamasu, F. J. L., dan Upa, H. M. D. P. 2020. Valuasi ekonomi terumbu karang pasca penetapan kawasan konservasi laut sawu di Kabupaten Kupang. *Journal of Marine and Aquatic Science*. 6(1): 22-26.
DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i01.p03>.
- Romadhon, A. 2014. Valuasi ekonomi manfaat ekosistem terumbu karang di Pulau Sapudi, Sumenep, Madura. *Jurnal Agriekonomika*. 3(2): 142-152.
- Rudianto. 2019. *Buku Ajar Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut Terpadu (PWPLT)*. Penerbit Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo. 144 hlm.
- Sambu, A. H. 2022. *Selamatkan Pesisir*. Nas Media Pustaka. Makassar. 161 hlm.
- Saputra, E., Ulfah, F., dan Kurniawan, D. 2019. *Valuasi Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Nyamuk Kecamatan Siantan Timur Kabupaten Kepulauan Anambas Provinsi Kepulauan Riau*. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang. 20 hlm.
- Sembiring, I., Wantasen, A., dan Ngangi, E. L. A. 2012. Manfaat langsung terumbu karang di Desa Tumbak Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*. 8(2): 58-63.
- Siregar, V. P. 2010. Pemetaan substrat dasar perairan dangkal karang congkak dan lebar Kepulauan Seribu menggunakan citra satelit quickbird. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2(1): 19-30.
- Setiawan, A. 2014. Kajian distribusi dan kondisi karakteristik dasar perairan pada ekosistem terumbu karang dengan menggunakan citra satelit di Pulau Kaledupa Kabupaten Wakatobi. *Journal of Aquamarine*. 2(1): 22-32.
- Sjafrie, N. D. M. 2016. Jasa ekosistem pesisir. *Jurnal Oseana*. 10(1): 25-40.
- Soemarwoto. 2001. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan. Jakarta Selatan. 365 hlm.
- Subagiyo, A., Wijayanti, W. P., dan Zakiyah, D. M. 2017. *Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*. UB Press. Malang. 204 hlm.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung. 464 hlm.
- Supriyono, D. 2019. *Terumbu Karang*. Penerbit Alprin. Semarang. 65 hlm.
- Sutaryo, Jaya, W. K., Swasono, S. E., Baswir, R., dan Prijambada, I. D. 2015. *Membangun Kedaulatan Bangsa Berdasarkan Nilai-nilai Pancasila: Pemberdayaan Masyarakat dalam Kawasan Terluar, Terdepan, dan Tertinggal (3T)*. Pusat Studi Pancasila Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 578 hlm.

- Suwargana, N. 2013. Resolusi spasial, temporal, dan spektra pada citra satelit Landsat, Spot, dan Ikonis. *Jurnal Ilmiah WIDYA*. 1(2): 167-174.
- Syah, A. F. 2010. Pengindraan jauh dan aplikasinya di wilayah pesisir dan lautan. *Jurnal Kelautan*. 3(1): 18-28.
- Tahang, H. 2005. *Analisis Penilaian Manfaat Ekonomi Terumbu Karang Perairan Pulau Barrang Lompo Makassar*. (Tesis). Universitas Hasanuddin. Makassar. 52 hlm.
- Tarigan, V. A., Sasmito, B., dan Hani'ah. 2019. Kajian akurasi penentuan garis pantai menggunakan citra Landsat 8 (Studi kasus Kabupaten Lampung Timur). *Jurnal Geodesi Undip*. 8(1): 328-337.
- Tietenberg, T. 2000. *Environmental Economics Policy 3rd Edition*. Addison Wesley. New York. 448 hlm.
- Uar, N. D., Murti, S. H., dan Hadisusanto, S. 2016. Kerusakan lingkungan akibat aktivitas manusia pada ekosistem terumbu karang. *Majalah Geografi Indonesia*. 30(1): 88-95. DOI: <https://doi.org/10.22146/mgi.15626>.
- Watopa, Y., dan Ling, M. 2021. *Valuasi Ekonomi Hutan Adat Papasena dan Implikasinya bagi Pengelola Suaka Margasatwa Mamberamo Foja*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta. 137 hlm.
- Wibowo, R. C., Karyanto, K., Zaenudin, A., dan Sarkowi, M. 2020. Peningkatan partisipasi masyarakat pada studi pemetaan partisipatif dalam pembuatan jalur evakuasi bencana tsunami di Desa Pagar Jaya. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 4(1): 43-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jss.v4i1.172>.
- Winarni. 2021. *Buku Pintar Penanggulangan Aberasi*. DIVA Press. Yogyakarta. 142 hlm.
- Yarjohan., dan Oktaviani, A. 2016. Perbandingan resolusi spasial, temporal, dan radiometrik serta kendalanya. *Jurnal Enggano*. 1(2): 74-79. DOI: <https://doi.org/10.31186/jenggano.1.2.74-79>.
- Yuwana, T. 2022. Perbandingan dan analisis tingkat akurasi *band* TIRS pada citra satelit Landsat 8 dan Landsat 9 untuk mendeteksi kepadatan permukiman berdasarkan suhu permukaan (Studi kasus: Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal UPN Veteran Yogyakarta*. 1(1): 1-126.
- Zamdial, Hartono, D., Anggoro, A., dan Muqsit, A. 2019. Valuasi ekonomi ekosistem terumbu karang di Pulau Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*. 4(2): 160-173. DOI: <https://doi.org/10.31186/jenggano.4.2.160-173>.