

**ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN EKOSISTEM
MANGROVE DI PANTAI PERMATA PILANG, KOTA PROBOLINGGO,
JAWA TIMUR**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD HARUN AL ROSYID

NIM: H04218006

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

2022

PERYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Harun Al Rosyid
NIM : H04218006
Program Studi : Ilmu Kelautan
Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melaukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul : Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Pantai Permata Pilang, Kota Probolinggo, Jawa Timur.

Surabaya, 22 Juli 2022
Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Harun Al Rosyid
NIM. H04218006

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : Muhammad Harun Al Rosyid

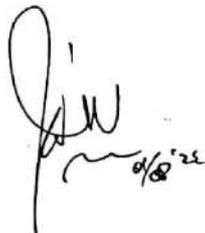
NIM : H04218006

JUDUL : Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Mangrove di
Pantai Permata Pilang, Kota Probolinggo, Jawa Timur.

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

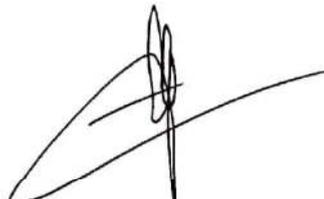
Surabaya, 21 April 2022

Dosen Pembimbing 1



Andik Dwi Muttaqin, S.T., M.T.
NIP. 198204102014031001

Dosen Pembimbing 2



Wiga Alif Violando, M.P.
NIP. 199203292019031012

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Muhammad Harun Al Rosyid ini telah dipertahankan
Didepan Tim Penguji Skripsi
Di Surabaya, 9 Agustus 2022

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I



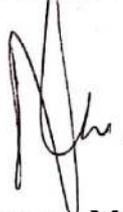
Andik Dwi Muttaqin, S.T., M.T.
NIP. 198204102014031001

Penguji II



Wiga Alif Violando, M.P.
NIP. 199203202019031012

Penguji III



Noverma, M.Eng.
NIP. 198111182014032002

Penguji IV



Abdul Halim, S.Ag., MHI
NIP. 1970120820060410001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Saiful Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8421972 Fax. 031-8413300

E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : MUHAMMAD HARUN AL ROSYID
.....
NIM : H04218006
.....
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ILMU KELAUTAN
.....
E-mail address : muhammadharunn76@gmail.com
.....

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

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

Yang berjudul :

ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE

DI PANTAI PERMATA PILANG, KOTA PROBOLINGGO, JAWA TIMUR

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

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

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 3 Januari 2023

Penulis

(Muhammad Harun Al Rosyid)

ABSTRAK

ANALISIS KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE DI PANTAI PERMATA PILANG, KOTA PROBOLINGGO, JAWA TIMUR

Oleh: Muhammad Harun Al Rosyid

Pemanfaatan ekosistem mangrove Permata Pilang mengalami perkembangan yang sangat pesat sehingga diperlukan penilaian keberlanjutan terhadap pengelolaan ekosistem mangrove. Data primer diperoleh melalui pengamatan ekologi mangrove dan wawancara (98 responden) dengan metode purposive sampling. Analisis data menggunakan metode *Multidimensional Scaling* (MDS) melalui software RAPPFISH (*Rapid Assessment Technique for Fisheries*). Status keberlanjutan dimensi ekologi cukup berkelanjutan dengan nilai 51,98. Dimensi sosial cukup berkelanjutan dengan nilai 52,12. Dimensi ekonomi kurang berkelanjutan dengan nilai 49,87. Tingkat keberlanjutan multidimensi pengelolaan mangrove Permata Pilang adalah cukup berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 53,06 dan cenderung mengalami peningkatan. Indikator yang berpengaruh terhadap pengelolaan ekosistem mangrove yaitu (1) kualitas perairan, (2) tingkat eksploitasi mangrove, (3) tutupan kanopi, (4) perencanaan kawasan oleh pemerintah terkait pengelolaan mangrove, (5) koordinasi dan kerjasama antar stakeholder, (6) tingkat partisipasi masyarakat, (7) peran mangrove untuk pembangunan kawasan, (8) pemasaran hasil olahan mangrove dan (9) peluang kerja masyarakat. Alternatif strategi pengelolaan ekosistem mangrove yang menjadi prioritas utama ialah melaksanakan rehabilitasi dan monitoring ekosistem mangrove agar terjaga dengan baik, meningkatkan kerjasama antar dinas dan stakeholder, mengoptimalkan lahan mangrove untuk meningkatkan produksi hasil olahan mangrove, mengembangkan potensi sumber daya alam sebagai mata pencaharian alternatif serta memberikan kesempatan bagi masyarakat untuk mengembangkan usaha sehingga pengelolaan mangrove Permata Pilang dapat berkelanjutan.

Kata kunci: RAPPFISH, ekosistem mangrove.

ABSTRACT

INDEX SUSTAINABILITY ANALYSYS OF MANGROVE ECOSYSTEM MANAGEMENT IN PERMATA PILANG BEACH, PROBOLINGGO CITY, EAST JAVA

Oleh: Muhammad Harun Al Rosyid

The utilization of the mangrove ecosystem in Permata Pilang area has increased lately so that it is necessary to assess the sustainability of the mangrove ecosystem management. Primary data were obtained through observation of mangrove ecology and interviews (98 respondents) using purposive sampling method. Data analysis used the *Multidimensionalal Scaling* (MDS) method through the *RAPFISH (Rapid Assessment Technique for Fisheries)* approach. The sustainability status of the ecological dimension is sustainable enough with a value of 51.98. The social dimension is sustainable enough with a value of 52.12. The economic dimension is less sustainable with a value of 49.87. The level of multidimensional sustainability of Permata Pilang mangrove management is sustainable enough with a sustainability index value of 53.06 and tends to increase. Indicators that influence the management of mangrove ecosystems are (1) water quality, (2) exploitation mangroves level, (3) canopy coverage, (4) area planning by the government related to mangrove management, (5) coordination between stakeholders, (6) the level of community participation, (7) the role of mangroves for regional development, (8) marketing of processed mangrove products and (9) community job opportunities. The alternative strategies are monitoring mangrove ecosystems, increasing collaboration between agencies and stakeholders, optimizing mangrove land to increase the production of processed mangroves, developing natural resource potential as alternative livelihoods and providing opportunities for community to develop businesses so the management of the Permata Pilang mangroves can be sustainable.

Key Words: RAPFISH, mangrove ecosystem.

DAFTAR ISI

PERYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Penelitian.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pembangunan Kehutanan Berkelanjutan	7
2.2. Mangrove	8
2.3. Tipe Vegetasi	9
2.4. Faktor Pembatas Pertumbuhan	10
2.5. Rapid Appraisal Analysis (RAP).....	10
2.6. Pemanfaatan Sumber Daya Alam Dalam Bingkai Al Quran dan Hadits	11

2.7.	Penelitian Terdahulu	14
BAB III.....		16
METODE PENELITIAN		16
3.1.	Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	17
3.3.	Prosedur Pengumpulan Data.....	17
3.3.1.	Pengambilan Data Ekologi Mangrove	17
3.3.2.	Sedimen.....	19
3.3.3.	Kualitas Perairan	19
3.3.4.	Kuesioner Masyarakat	20
3.3.5.	Kuesioner Stakeholder	20
3.4.	Tahapan Penelitian.....	21
3.5.	Analisis Data.....	21
3.5.1.	Studi Literatur	21
3.5.2.	Analisis Vegetasi Mangrove	22
3.5.3.	Analisis Status Keberlanjutan	25
3.5.4.	Teknik Ordinasi (Penentuan Jarak).....	26
3.5.5.	Analisis Leverage.....	27
3.5.6.	Analisis Monte Carlo	27
BAB IV		29
PEMBAHASAN		29
4.1.	Kependudukan Kecamatan Kademangan	29
4.2.	Kondisi Ekologi Ekosistem Mangrove	31
4.2.1.	Jenis Mangrove	31
4.2.2.	Vegetasi Mangrove	37
4.2.3.	Indeks Nilai Penting (INP).....	42

4.2.4.	Keanekaragaman Jenis	44
4.2.5.	Tutupan Kanopi.....	45
4.2.6.	Karakteristik Sedimen	47
4.2.7.	Kualitas Perairan	49
4.3.	Analisis Keberlanjutan Setiap Dimensi	52
4.3.1.	Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi	52
4.3.2.	Status Keberlanjutan Dimensi Sosial.....	55
4.3.3.	Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi	58
4.4.	Status Keberlanjutan Multidimensi Pengelolaan Ekosistem Mangrove	62
4.4.1.	Strategi Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berkelanjutan	64
BAB V.....		68
PENUTUP.....		68
5.1.	Kesimpulan	68
5.2.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.	

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perubahan Luas Lahan Ekosistem Mangrove Tahun 2010 - 2021.....	2
Tabel 2. Daftar Alat dan Bahan.....	17
Tabel 3. Kriteria Baku Kerusakan Ekosistem Mangrove.....	24
Tabel 4. Indeks Tingkat Keanekaragaman Mangrove.....	25
Tabel 5. Kategori Status Keberlanjutan Hutan Mangrove.....	26
Tabel 6. Profil Kecamatan Kademangan beserta Panjang Garis Pantainya.....	29
Tabel 7. Jumlah Penduduk Kecamatan Kademangan.....	30
Tabel 8. Nilai Kerapatan dan Kerapatan Relatif.....	37
Tabel 9. Nilai Frekuensi dan Frekuensi Relatif.....	39
Tabel 10. Nilai Penutupan dan Penutupan Relatif.....	41
Tabel 11. Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove Pantai Permata Pilang.....	43
Tabel 12. Indeks Keanekaragaman Mangrove Permata Pilang.....	44
Tabel 13. Hasil Perhitungan Tutupan Kanopi Mangrove.....	46
Tabel 14. Hasil Olah Data Sedimen Mangrove.....	48
Tabel 15. Klasifikasi Nilai Skewness.....	48
Tabel 16. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan.....	49
Tabel 17. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Ekologi..	55
Tabel 18. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Sosial.....	58
Tabel 19. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Ekonomi	61
Tabel 20. Atribut Sensitif atau Berpengaruh pada Setiap Dimensi.....	64

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Segitiga Konsep Pembangunan Berkelanjutan.....	7
Gambar 2. Lokasi Penelitian.	16
Gambar 3. Metode Pengambilan Data Ekosistem Mangrove.	18
Gambar 4. Ilustrasi metode hemispherical photography.....	18
Gambar 5. Titik pengambilan foto dalam setiap plot pemantauan.....	19
Gambar 6. Diagram Alur Penelitian.....	21
Gambar 7. Tahapan metode MDS menggunakan RAPFISH (Alder, 2000).	26
Gambar 8. Persentase Jumlah Penduduk Setiap Kelurahan.	30
Gambar 9. Lokasi Pengambilan Data Mangrove dan Kualitas Perairan.....	31
Gambar 10. Pohon dan daun <i>Avicennia marina</i>	32
Gambar 11. Pohon, daun dan bunga <i>Avicennia alba</i>	33
Gambar 12. Pohon dan daun <i>Sonneratia caseolaris</i>	35
Gambar 13. Daun dan Bunga <i>Sonneratia alba</i>	36
Gambar 14. Akar, Pohon dan daun <i>Rhizophora mucronata</i>	37
Gambar 15. Nilai Kerapatan dan Kerapatan Relatif.....	38
Gambar 16. Nilai Frekuensi dan Frekuensi Relatif.	40
Gambar 17. Diagram penutupan dan penutupan relatif.....	42
Gambar 18. Diagram Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove Permata Pilang.....	43
Gambar 19. Diagram Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi.....	52
Gambar 20. Hasil Analisis Leverage Dimensi Ekologi.....	53
Gambar 21. Diagram Indeks Keberlanjutan Sosial.	55
Gambar 22. Hasil Analisis Leverage Dimensi Sosial.....	56
Gambar 23. Diagram Keberlanjutan Dimensi Ekonomi.	59
Gambar 24. Hasil Analisis Leverage Dimensi Ekonomi.....	60
Gambar 25. Diagram Keberlanjutan Multidimensi.	63
Gambar 26. Indeks Keberlanjutan Multidimensi Pengelolaan Ekosistem Mangrove.	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mangrove merupakan ekosistem yang tumbuh pada kawasan pesisir dan lautan dimana memiliki potensi dan manfaat dalam mendukung keberlangsungan hidup manusia dan biota yang hidup di sekitarnya (FAO, 2007). Mangrove juga dapat dikembangkan dari segi aspek ekologi dan ekonomi yaitu sebagai sumber daya perikanan, ekowisata lingkungan alam dan sumber mata pencaharian beberapa masyarakat lokal yang hidup di sekitar ekosistem mangrove (Mukherjee, Sutherland, Dicks, & Huges, 2016). Ekosistem mangrove juga dapat berfungsi sebagai penopang kehidupan pada kawasan pesisir, maka dari itu diperlukan pengelolaan terhadap ekosistem mangrove dengan baik sehingga dapat melestarikan keberadaan mangrove di kawasan pesisir (Schaduw, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Hakim *et al* (2017) terkait peran ekosistem mangrove untuk membangun strategi konservasi mangrove dan pengembangan pariwisata berbasis mangrove berkelanjutan di Jawa Timur menunjukkan hasil bahwa hutan mangrove dapat digunakan sebagai tujuan wisata berbasis alam. Meskipun pariwisata mangrove di Jawa Timur jelas berkontribusi namun masih terdapat kekurangan dalam program pengelolaan berkelanjutan. Seperti pemanfaatan keanekaragaman hayati mangrove secara berkelanjutan sebagai daya tarik wisata dan penting untuk mengetahui karakteristik dasar mangrove untuk membangun program wisata mangrove yang mampu mendukung program konservasi (Mukherjee, Sutherland, Dicks, & Huges, 2016). Maka dari itu diperlukan suatu rumusan strategi pengelolaannya yang melibatkan dan memperkuat partisipasi masyarakat lokal yang dapat meningkatkan keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove.

Tahun 2010 erupsi Gunung Bromo menyebabkan terbentuknya Ekowisata Pantai Permata Pilang yang terletak di wilayah Kelurahan Pilang, Kecamatan Kademangan, Kota Probolinggo. Lahar dingin akibat erupsi

mengakibatkan kondisi pantai, tambak dan sebagian lahan sawah milik warga rusak dan sebagian tanaman mangrove yang awalnya tumbuh dengan baik ikut terdampak aliran lahar dingin sehingga pada akhirnya mati karena tertimbun oleh material aliran lahar. Pemerintah Kota Probolinggo bekerjasama dengan dinas terkait dan warga setempat untuk melakukan reboisasi atau penanaman kembali tumbuhan mangrove. Setelah dilakukan penanaman ulang, mangrove Pantai Permata Pilang menjadi tempat yang sangat potensial untuk dijadikan tempat wisata. Upaya rehabilitasi dan pengelolaan oleh masyarakat dan komunitas sekitar merupakan kegiatan yang memiliki dampak positif bagi lingkungan. Berikut merupakan informasi luas ekosistem mangrove yang berada di Kelurahan Pilang:

Tabel 1. Perubahan Luas Lahan Ekosistem Mangrove Tahun 2010 - 2021.

Lokasi	Tahun			
	2010	2014	2018	2021
Kelurahan Pilang	14 hektar	19 hektar	22,8 hektar	65,05 hektar

Sumber: (Dinas Perikanan Kota Probolinggo, 2022).

Tahun 2010 hingga 2021 luas lahan ekosistem mangrove terus bertambah. Penambahan luas tersebut merupakan bentuk kerjasama Pemerintah Probolinggo dengan dinas terkait dan Pokmaswas, Pokdarwis serta masyarakat untuk melaksanakan penanaman mangrove secara masif. Berikut beberapa kegiatan penanaman yang dilaksanakan di ekosistem mangrove Permata Pilang:

- a. Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur seluas 3 hektar dengan 42.000 bibit mangrove.
- b. Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur seluas 10 hektar.
- c. Ditjen PRL – KKP seluas 3 hektar dengan 31.000 bibit mangrove.
- d. Dinas Pertanian, Ketahanan Pangan dan Perikanan Kota Probolinggo seluas 0,3 hektar dengan 5.000 bibit mangrove.
- e. Masyarakat dan komunitas sebanyak 2.800 bibit dengan luas 0,1 hektar.

Menurut Pokmaswas Pilang Lestari yang merupakan tim pengawas dan pengelola Pantai Permata Pilang, pantai dengan luas sekitar 60 hektar ini hampir 60% luas lahannya ditumbuhi mangrove dan cemara, sedangkan

sisanya adalah padang rumput, tambak dan gumpuk pasir. Potensi yang dimiliki tersebut saat ini biasa digunakan untuk spot berswafoto, dan berperahu oleh pengunjung. Pengelola juga menyediakan sejumlah gazebo, lahan kemah (*camping ground*), hingga wisata lainnya.

Perkembangan pantai kedepan tentunya akan menyebabkan peningkatan pemanfaatan ekosistem mangrove, berkembangnya wisata pantai selain bermanfaat untuk meningkatkan pendapatan masyarakat, juga berpotensi menimbulkan kerusakan daya tarik dan potensi wilayah tersebut apabila tidak dikelola dengan tujuan berkelanjutan. Pola pengembangan kawasan yang tidak berkelanjutan merupakan salah satu penyebab timbulnya dampak negatif, sehingga mengakibatkan turunnya daya tarik dan munculnya ancaman terhadap keanekaragaman hayati serta ekosistem mangrove yang ada karena terganggu (Schaduw, 2020).

Usaha merumuskan strategi pengelolaan mangrove perlu menerapkan kriteria pembangunan berkelanjutan atau biasa disebut dengan *sustainable development* yang merupakan proses untuk menghubungkan kepentingan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Secara umum kriteria pembangunan berkelanjutan dikelompokkan menjadi dimensi ekologi, sosial, ekonomi, serta hukum dan kelembagaan (Edy Saputra, 2022). Pengelompokan dimensi bukan yang paling utama, tetapi indikator atau kriteria dari setiap dimensi tersebut yang memiliki keutamaan karena dapat menjangkau indikator yang dapat digunakan untuk menilai status keberlanjutan dalam pengelolaan ekosistem mangrove (Pattimahu, Kastanya, & Papilaya, 2017). Upaya pengelolaan ekosistem mangrove memerlukan penerapan konsep yang didasarkan pada kerangka segitiga pembangunan berkelanjutan (*sustainable development triangle*) yang memberikan gambaran bahwa pembangunan berkelanjutan berorientasi pada tiga dimensi yang saling mendukung yaitu dimensi ekologi, ekonomi dan sosial (Karlina, Kusuma, & Marimin, 2016).

Fisheries Center, University of British Columbia melakukan pengembangan tentang *Rapid Appraisal for Fisheries* (RAPFISH) dengan pendekatan *multidimensional scaling* (MDS) merupakan metode yang

digunakan untuk mengetahui status keberlanjutan suatu sumber daya (Pitcher, 2004). *Rapfish* berguna untuk menjelaskan status keberlanjutan suatu ekosistem berdasarkan kriteria atau indikator yang telah ditentukan untuk diwakili dalam analisis numerik dengan sejumlah indikator yang diberi skor sesuai dengan kriteria penilaian yang ditentukan (Kavanagh, 2001).

Rapfish merupakan temuan metode penilaian multidisiplin dengan menggunakan indikator yang sederhana, mudah dinilai sehingga dengan demikian metode ini efektif dalam segi biaya untuk mengevaluasi secara kuantitatif status keberlanjutan suatu ekosistem melalui kriteria atau indikator yang telah ditentukan dan dianalisis secara numerik berdasarkan nilai-nilai indikator yang diperoleh (Pitcher, 2004). Metode tersebut telah digunakan untuk menilai keberlanjutan ekosistem mangrove, di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Mukhlisi, Hendrarto, & Purnaweni (2014), Karlina, Kusmana, Marimin, & Bismark (2016), dan Schaduw (2015). Penggunaan metode *multidimensional scaling* (MDS) dapat mengetahui status keberlanjutan suatu sumber daya alam secara menyeluruh dan efektif (Schaduw, 2020).

Penelitian ini akan dilakukan analisis tentang keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo yang ditinjau dari tiga dimensi yaitu dimensi ekologi, dimensi sosial dan dimensi ekonomi yang bertujuan untuk mengetahui kondisi ekologi mangrove dan tingkat keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan tentang latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi ekologi ekosistem mangrove Pantai Permata Pilang, Kota Probolinggo?
2. Bagaimana tingkat keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo pada setiap dimensi?

3. Bagaimana tingkat keberlanjutan multidimensi dan strategi pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka diperoleh tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kondisi ekologi pada ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo.
2. Mengetahui tingkat keberlanjutan pada setiap dimensi pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo.
3. Mengetahui tingkat keberlanjutan multidimensi dan strategi pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang, Kota Probolinggo.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat dapat meningkatkan kegiatan rehabilitasi, pengelolaan dan dapat melakukan pemantauan ekosistem mangrove.
2. Memberikan pengetahuan, informasi dan sebagai penyedia data tentang status keberlanjutan ekosistem mangrove bagi instansi terkait.
3. Bagi Pemerintah Kota Probolinggo dan stakeholder dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam pengelolaan ekosistem mangrove.
4. Status tingkat keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove di Permata Pilang dapat diketahui sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan strategi pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan di Kota Probolinggo.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan atau ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada ekosistem mangrove yang berada di wilayah Pantai Permata Pilang, Probolinggo.
2. Penelitian dilakukan pada 3 aspek yakni:

- a. Aspek teknis/ekologi: vegetasi mangrove (kerapatan, penutupan, Indeks Nilai Penting (INP) dan indeks keanekaragaman) dan jenis tumbuhan mangrove.
 - b. Aspek lingkungan: kualitas air laut dan sedimen.
 - c. Aspek masyarakat: sikap, pengetahuan, tingkat pendapatan dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan mangrove.
3. Indikator keberlanjutan yang dikaji yaitu:
 - a. Keberlanjutan ekologi, pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ekosistem mangrove. Peningkatan kapasitas dan kualitas ekosistem menjadi hal utama.
 - b. Keberlanjutan sosial dan ekonomi, yakni pengelolaan dan pengembangan kehutanan atau ekosistem mangrove perlu memperhatikan keberlanjutan dari kesejahteraan pemanfaatan sumber daya hutan pada level individu.
 4. Penentuan kerusakan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 21 tahun 2004.
 5. Baku mutu kualitas air laut berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.
 6. Penentuan strategi setiap dimensi dilakukan berdasarkan indikator yang memiliki pengaruh atau nilai sensitivitas paling tinggi.
 7. Penentuan tingkat keberlanjutan berdasarkan baku mutu tingkat keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove (Pitcher, 2004) yang diolah menggunakan Software *Rapid Appraisal Analysis Fisheries* (RAPFISH) dengan metode *Multidimensional Scaling* (MDS).

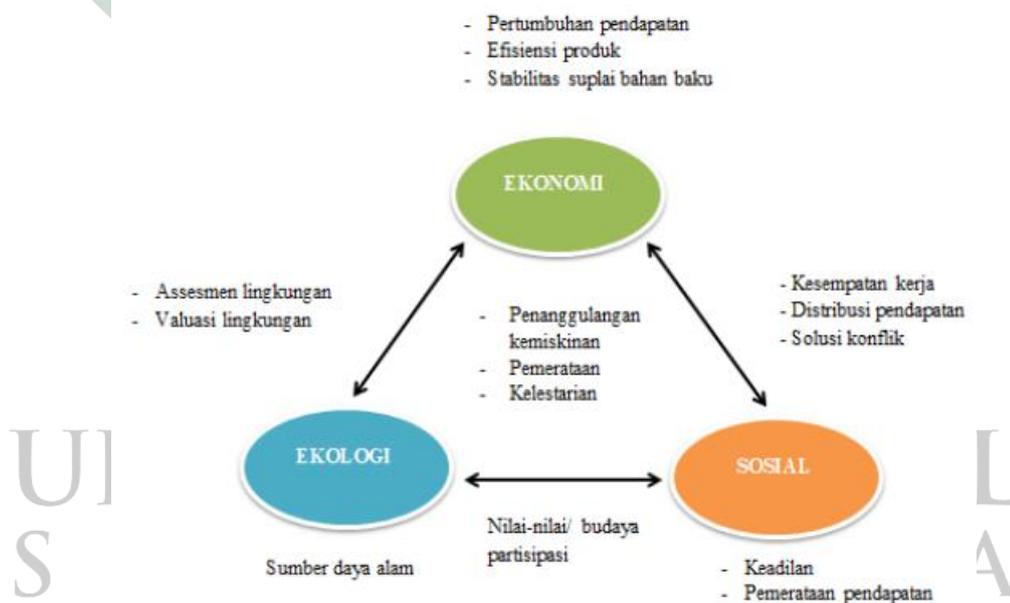
UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangunan Kehutanan Berkelanjutan

Tahun 1980 forum pertemuan beberapa lembaga dunia seperti *World Conservation Strategy* (Strategi Konservasi Dunia), *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN), dan *World Wide Fund for Nature* (WWF) menetapkan konsep pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*) yang merupakan tujuan utama pembangunan pada beberapa negara di dunia (Setiawati, 2019). Salah satunya yaitu Indonesia. Konsep pembangunan berkelanjutan adalah integrasi antara tiga pilar yaitu ekologi/lingkungan, sosial dan ekonomi yang selanjutnya dapat disebut juga sebagai “*a triangular framework*” seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Segitiga Konsep Pembangunan Berkelanjutan.

Konsep pembangunan sumber daya berkelanjutan memiliki tiga dimensi sebagai berikut:

1. Keberlanjutan dimensi ekologi/lingkungan (*ecological sustainability*) merupakan pemanfaatan sumber daya hutan

sebaiknya tidak melebihi daya dukungnya. Peningkatan kapasitas dan kualitas ekosistem menjadi hal utama.

2. Keberlanjutan dimensi sosial dan ekonomi (*socio and economic sustainability*) yakni pembangunan perlu memperhatikan dan mempertimbangkan keberlanjutan dan kesejahteraan dari sumber daya hutan pada level individu.

Rencana Kehutanan Tingkat Nasional (RKTN) 2011-2030 memiliki target yaitu pembangunan kehutanan yang berkelanjutan (*sustainable forest development*). Pada dimensi ekologi/lingkungan pembangunan kehutanan yang berkelanjutan yaitu dapat meningkatkan produktivitas dan biodiversitas kawasan konservasi dan fungsi hutan. Kemudian pada dimensi sosial pembangunan kehutanan yang berkelanjutan adalah meningkatkan partisipasi masyarakat dan menciptakan kelembagaan dalam pemanfaatan kawasan dan fungsi hutan. Sedangkan pada dimensi ekonomi pembangunan kehutanan berkelanjutan adalah dapat menciptakan pertumbuhan dan pemerataan dalam pemanfaatan kawasan dan fungsi hutan. (Kementerian Kehutanan, 2011).

2.2. Mangrove

Mangrove merupakan arti dari kata *mangue* (Bahasa Portugis) yang berarti tumbuhan dan *grove* (Bahasa Inggris) yang memiliki arti belukar atau hutan kecil. Mangrove bisa disebut juga sebagai tumbuhan yang banyak ditemukan di daerah pantai dan muara sungai yang memiliki substrat lumpur yang masih dipengaruhi oleh pasang surut (Erny Poedjarahajoe, 2017). Mangrove memiliki fungsi sebagai pendukung kehidupan di wilayah pesisir dan lautan sebagai berikut:

1. Tempat Pemijahan (*Nursery Ground*)

Serasah daun mangrove yang jatuh di perairan dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme pengurai menjadi detritus yang memiliki nutrisi bagi ikan-ikan dan udang atau biota lainnya yang hidup di daerah tersebut.

2. Pelindung Pantai Terhadap Abrasi

Ekosistem mangrove yang memiliki tingkat kerapatan tinggi dapat melindungi pantai dari resiko abrasi. Akar mangrove yang rapat dan kuat berfungsi sebagai peredam gelombang dan ombak yang berasal dari laut. Selain itu partikel tanah dapat ditahan oleh kuatnya akar dari tumbuhan mangrove.

3. Penyerap Bahan Pencemaran

Tumbuhan mangrove memiliki kemampuan menyerap bahan pencemaran, gas kendaraan dan bahan buangan industri yang dibuang melalui sungai dan mengarah ke muara akan tersaring oleh perakaran mangrove.

4. Penahan Angin Laut

Ekosistem mangrove yang rapat berguna sebagai pelindung pemukiman yang terdapat di wilayah pesisir atau sekitar ekosistem mangrove dari hembusan angin laut. Pepohonan mangrove berfungsi sebagai penahan yang kemudian diarahkan ke atas sehingga pemukiman yang terletak di belakang bayangan angin (*leeding area*) tidak terdampak langsung (Mukherjee, Sutherland, Dicks, & Huges, 2016).

2.3. Tipe Vegetasi

Indonesia sebagai wakil pusat geografi beberapa marga mangrove *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Avicennia*, *Cariops*, dan *Lumnitzera* karena memiliki sekitar 75 jenis mangrove. Meskipun demikian tidak semua jenis mangrove tersebut ada pada setiap tipe komunitas mangrove (Kementerian Kehutanan, 2011). Tipe vegetasi atau zonasi pertumbuhan dari ekosistem mangrove terdiri atas empat bagian yaitu:

1. Mangrove terbuka atau barisan depan merupakan mangrove yang berada pada bagian yang langsung berhadapan dengan laut.
2. Mangrove tengah adalah mangrove yang berada di belakang mangrove zona terbuka.
3. Mangrove payau merupakan mangrove yang berada disepanjang sungai berair payau hingga air payau.

4. Mangrove daratan adalah mangrove berada di zona perairan payau atau hampir tawardi belakang jalur hijau mangrove yang sebenarnya (John S. Kominoski, 2021).

2.4. Faktor Pembatas Pertumbuhan

Mangrove dalam proses pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter fisik dan lingkungan sehingga menyebabkan komunitas tumbuhan mangrove memiliki zona pertumbuhan mengikuti faktor lingkungan seperti tipe substrat (lumpur, pasir, atau gambut), salinitas, keterbukaan dari hempasan gelombang, dan kondisi pasang surut (Bengen D. G., 2001). Berikut merupakan faktor – faktor lingkungan yang memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran ekosistem mangrove:

1. Suhu / Temperatur

Pertumbuhan mangrove memiliki suhu maksimum 50°C dalam wilayah tropis. Selain itu, suhu juga dapat mempengaruhi tingkat kelimpahan jenis mangrove akan menurun pada daerah subtropis dan seterusnya.

2. Salinitas

Pertumbuhan mangrove memiliki tingkat salinitas dari 10 – 60 ‰. Mangrove maksimal dapat tumbuh dimana sungai memberikan air tawar cukup untuk mencegah *hypersaline* (kondisi dimana air memiliki kandungan garam yang sangat tinggi) sehingga konstan pada nilai 28 ‰.

3. Sedimentasi / substrat

Ekosistem mangrove akan tumbuh pada daerah (ekosistem yang tumbuh pada daerah yang masih memiliki pengaruh pasang surut air laut) dengan jenis tanah berlumpur, lempung, dan pasir. Kandungan bahan organik yang terkandung pada endapan tanah dan lempung halus sangat dibutuhkan untuk perkembangan ekosistem mangrove (Bengen D. G., 2001).

2.5. Rapid Appraisal Analysis (RAP)

Rapid Appraisal Analysis merupakan metode yang dikembangkan oleh University of British Columbia Canada yang berguna bagi sumber daya

perikanan dan kelautan dengan tujuan untuk mengevaluasi tingkat keberlanjutan sumber daya perikanan dan kelautan. Metode ini merupakan metode yang sederhana dan fleksibel dalam pendekatannya terhadap suatu masalah. Metode ini memasukkan pertimbangan-pertimbangan melalui penentuan indikator yang akhirnya menghasilkan skala prioritas. Secara kuantitatif *Rapid Appraisal Analysis* dapat memberikan penjelasan terkait nilai keberlanjutan sumber daya perikanan dan kelautan berdasarkan indikator yang telah ditetapkan untuk mewakili dalam analisis numerik dengan indikator yang telah diberi skor sesuai dengan kriteria penilaian yang telah ditetapkan (Farid, 2021).

Tahapan dalam proses olah data menggunakan *Rapid Appraisal Analysis* secara singkat dimulai dari penentuan kriteria/indikator yang mencakup tiga dimensi (ekologi, sosial dan ekonomi), kemudian penilaian setiap kriteria/indikator dalam skala ordinal berdasarkan kriteria/indikator keberlanjutan setiap dimensi. Selanjutnya analisis ordinasi indeks nilai keberlanjutan dilakukan dengan menggunakan metode multi variabel non parametrik dengan nama lain *Multidimensional Scaling* (MDS). Selanjutnya analisis *Monte Carlo* yaitu menghitung aspek yang tidak sesuai dari indikator yang dianalisa. Kemudian langkah terakhir yaitu analisis *Leverage* yang memiliki tujuan untuk mengukur tingkat sensitivitas yang telah dipadukan dalam perangkat lunak (Arif Budi Wibowo, 2015).

2.6. Pemanfaatan Sumber Daya Alam Dalam Bingkai Al Quran dan Hadits

Ayat Al-Quran banyak menjelaskan begitu indah dan lengkap tentang lingkungan alam sesuai dengan kehidupan yang ada. Sumber daya alam jika dimanfaatkan hanya untuk keperluan pribadi atau individu maka akan memiliki kemampuan regenerasi dengan sendirinya. Sedangkan sumber daya alam yang digunakan secara tidak bertanggung jawab maka dapat memperburuk kondisi hingga mengakibatkan kerusakan lingkungan. Jika jumlah populasi manusia meningkat, maka konsumsi atau penggunaan sumber daya alam (SDA) juga ikut meningkat. Supaya kemampuan tidak terlampaui, maka diupayakan dalam penggunaan sumber daya alam dan

tingkat kerusakan akibat pencemaran lingkungan menurun terhadap kenaikan kualitas lingkungan hidup.

Manusia jika dalam proses pemanfaatan sumber daya alam yang tersedia tanpa memperhatikan dampaknya sehingga terjadilah suatu dampak yang tentunya sangat merugikan. Allah SWT menciptakan sumber daya alam yang sangat melimpah yang seharusnya dapat dikelola dengan baik dan tentunya tidak menggunakannya secara berlebihan, sebagaimana firman Allah SWT dalam surah Al - Hijr ayat 19-20 yang berbunyi:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ
مَوْزُونٍ ۝ ١٩ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَايِشَ وَمَنْ لَسْتُمْ لَهُ بِرَازِقِينَ ۝ ٢٠

“Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Kami telah menjadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezeki kepadanya”.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan segala sesuatu sesuai dengan kebutuhan manusia. Sayyid Muhammad Al Qutub menjelaskan bahwa ayat ini membahas tentang tumbuhan yang diberi sifat “menurut ukurannya”. Arti kata mauzun adalah bahwa setiap tumbuhan di muka bumi ini diciptakan dengan sangat rapi, cermat, dan tepat.

Tafsir M. Quraish Shihab menjelaskan arti kata mauzun, yaitu menurut hikmah, kebutuhan dan kemaslahatan makhluk. Misalnya, kata mauzun mengacu pada bentuk alam semesta yang memiliki daya dukung sumber daya alam yang terbatas. Karena itu, orang tidak boleh mengambil jalan yang salah atau tidak bertanggung jawab. Hal ini berbeda dengan penafsiran tentang kegunaan makhluk hidup. Karena makhluk hidup adalah untuk semua makhluk hidup dan ekosistem terkait di sekitarnya, bukan hanya untuk manusia dan sekelompok orang.

Tafsir M. Quraish Shihab menjelaskan arti kata ma'ayish, yaitu Allah SWT menciptakan bumi dengan segala kebutuhan makhluk untuk hidup. Makna yang dimaksud ialah Allah SWT telah menganugerahkan

kepada mereka segala macam sumber daya alam, sarana dan mata pencaharian serta penghidupan untuk fasilitas mereka.

Mangrove merupakan sumber daya yang dapat dimanfaatkan dan dikelola masyarakat pesisir sebagai tempat ekowisata sehingga dapat menumbuhkan ekonomi pada daerah tersebut. Kelestarian mangrove harus dijaga dengan melakukan penanaman sesuai dengan kondisi mangrove agar tetap dalam keadaan baik. Hadits Rasulullah tentang keutamaan menanam pohon ialah seorang tersebut akan mendapatkan pahala yang terus mengalir hingga hari kiamat.

عَنْ جَابِرٍ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا إِلَّا كَانَ مَا أَكَلَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَمَا سُْرِقَ مِنْهُ لَهُ صَدَقَةٌ وَلَا يَرْزُؤُهُ أَحَدٌ إِلَّا كَانَ لَهُ صَدَقَةٌ إِلَى يَوْمِ الْقِيَامَةِ

Artinya, “Dari sahabat Jabir ra, ia berkata, Rasulullah saw bersabda: ‘Tiada seorang muslim yang menanam pohon kecuali apa yang dimakan bernilai sedekah, apa yang dicuri juga bernilai sedekah. Tiada pula seseorang yang mengurangi buah (dari pohon-)nya melainkan akan bernilai sedekah bagi penanamnya sampai hari Kiamat,’” (Imam Zakiyuddin Abdul Azhim Al-Mundziri, *At-Tarhib wat Tarhib minal Haditsisy Syarif*, [Beirut, Darul Fikr: 1998 M/1418 H], juz III, halaman 304).

Penafsiran yang telah dijabarkan dapat dihubungkan dengan teori pengelolaan atau pemanfaatan lingkungan yang melihat dari daya dukung lingkungan atau sumber daya alam. Karena sumber daya alam tercipta dan terbagi menjadi beberapa jenis dilihat dari seginya dan diciptakan Allah dalam ukuran tertentu.

2.7. Penelitian Terdahulu

Judul Jurnal	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
Kajian Potensi Dan Pengelolaan Berkelanjutan Ekosistem Mangrove Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan	Rismawaty Rusdi, Isdrajad Setyobudiandi dan Ario Damar	Mengkaji potensi ekosistem mangrove di Pulau Pannikiang ditinjau dari kondisi ekologi dan nilai ekonomi untuk menilai status keberlanjutan dan menentukan rekomendasi pengelolaan ekosistem mangrove	Analisis keberlanjutan menggunakan modifikasi perangkat lunak <i>Rapid Appraisal for Fisheries (RAPFISH)</i> .	Status keberlanjutan ekosistem mangrove tergolong kurang berkelanjutan. Oleh karena itu, beberapa rekomendasi strategi yang disarankan adalah rehabilitasi vegetasi mangrove; mengendalikan kegiatan pemanfaatan ekosistem mangrove yang bersifat eksploitatif; melibatkan masyarakat dalam kegiatan pengelolaan ekosistem mangrove; membuat peraturan secara formal terkait pengelolaan ekosistem mangrove.
Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Lindung Mangrove di Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat	Endang Karlina, Cecep Kusmana, Marimin dan M. Bismark	Mengetahui tingkat keberlanjutan dan menentukan faktor yang mempengaruhi terhadap pengelolaan mangrove yang berkelanjutan	Metode analisis data menggunakan RAP-Mpforest dengan metode <i>Multidimensional scaling (MDS)</i>	Status keberlanjutan pengelolaan hutan lindung mangrove adalah cukup berkelanjutan (54,59%) pada kriteria ekologi dan kurang berkelanjutan pada kriteria ekonomi (34,06%) dan kriteria sosial (42,03%). Faktor yang berpengaruh yaitu penataan batas kawasan, kesesuaian peruntukan kawasan, ketersediaan bibit tanaman mangrove, perlindungan terhadap flora dan fauna, tingkat pendapatan masyarakat sekitar, praktek budaya lokal dalam pelestarian hutan mangrove.
Status Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan	Theresia, Menofatria Boer, Niken T.M Pratiwi	Menganalisis keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove di Taman Nasional Sembilang.	Menggunakan metode <i>Multidimensional Scaling (MDS)</i> melalui pendekatan RAPFISH (<i>Rapid Assessment Technique for Fisheries</i>)	Status keberlanjutan pengelolaan mangrove di Taman Nasional Sembilang adalah "kurang berkelanjutan" dengan nilai indeks keberlanjutan multidimensi 49,81. Indikator yang menjadi prioritas untuk diperbaiki dalam rangka meningkatkan status keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove yaitu perubahan luasan mangrove, peningkatan pengetahuan masyarakat terhadap ekosistem mangrove, konflik kepentingan dan kearifan lokal.

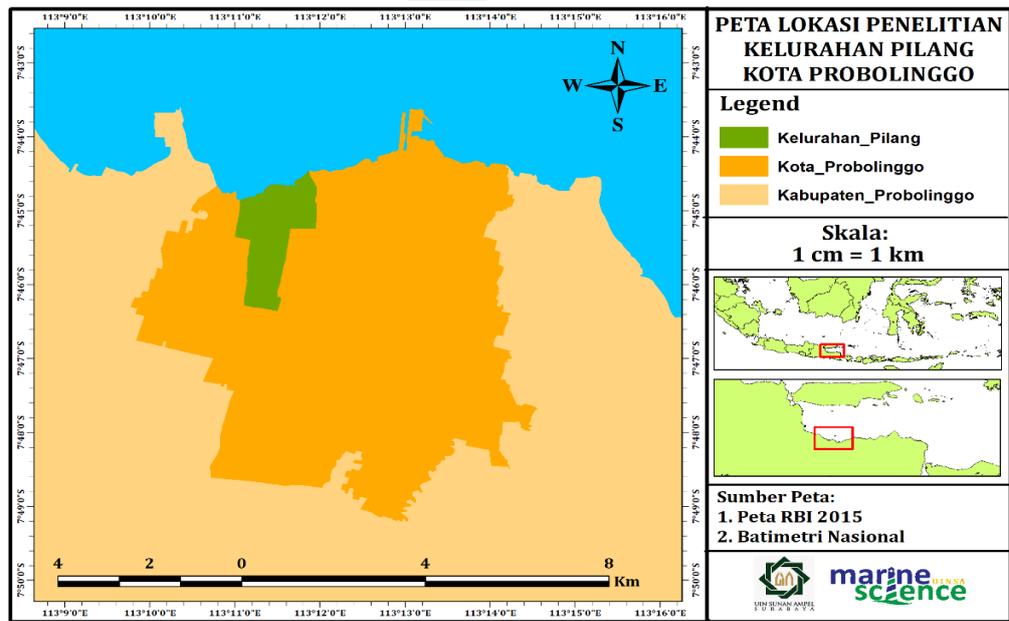
<p>Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berkelanjutan di Pesisir Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten.</p>	<p>Yulistia Noveliyana</p>	<p>menganalisis status keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Tangerang.</p>	<p>Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui studi literatur. Analisis data yang digunakan meliputi analisis kuantitatif dengan metode <i>Rapid Appraisal for Fisheries</i> (RAPFISH) dan analisis kualitatif (deskriptif).</p>	<p>Status keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove di pesisir Kabupaten Tangerang termasuk kategori kurang berkelanjutan (47.59%), dimensi ekologi termasuk kategori kurang berkelanjutan (27.59%), dimensi ekonomi termasuk kategori cukup berkelanjutan (58.03%), dimensi sosial termasuk kategori cukup berkelanjutan (57.07%) dan dimensi kelembagaan termasuk kategori kurang berkelanjutan (49.32%).</p>
<p>Evaluasi Berkelanjutan Ekosistem Mangrove Menggunakan Rapfish Di Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan</p>	<p>Avin Yusuf Nektasatria dan Akhmad Farid</p>	<p>Mengetahui status keberlanjutan ekosistem mangrove di Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan dan menentukan rekomendasi strategi pengelolaan ekosistem mangrove.</p>	<p>Menggunakan metode analisis RAPFISH.</p>	<p>Nilai indeks keberlanjutan seluruh dimensi sebesar 63,5 termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Strategi pengelolaan untuk dimensi ekologi menjaga kelestarian mangrove di antaranya adalah melakukan pengawasan, perawatan. Strategi untuk dimensi ekonomi yaitu mengoptimalkan potensi sumber daya mangrove. Strategi dimensi sosial yaitu meningkatkan penyuluhan tentang manfaat mangrove dan melibatkan masyarakat secara aktif.</p>
<p>Teknik Penilaian Multidimensi untuk Mengevaluasi Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Mangrove di Pulau Kangean Provinsi Jawa Timur</p>	<p>Aang Kuvaini, Aceng Hidayat, Cecep Kusmana, Sambas Basuni</p>	<p>Untuk mengetahui status keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove di Pulau Kangean</p>	<p><i>Multidimensional Scaling (MDS)</i> melalui teknik ordinas <i>Rapid Apraisal for Kangean Mangrove Forest (Rap-KMforest)</i> yang merupakan analisis untuk mengevaluasi keberlanjutan hutan mangrove secara multidimensi.</p>	<p>Status keberlanjutan termasuk kategori cukup berkelanjutan (51.40) pada dimensi ekologi, kurang berkelanjutan (45.50) pada dimensi ekonomi, kurang berkelanjutan (36.95) pada dimensi sosial, dan cukup berkelanjutan (51.32) pada dimensi kelembagaan. Indikator pengungkit yang berpengaruh yaitu: tingkat kerapatan, jenis penggunaan lahan; keberadaan pasar hasil hutan mangrove; adanya dukungan dana <i>Corporate Social Responsibility</i> (CSR); konflik sosial; tingkat pendidikan masyarakat; pengetahuan masyarakat tentang hutan mangrove; edukasi mengenai hutan mangrove; kinerja kelembagaan formal dalam pengelolaan mangrove.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian yaitu di ekosistem mangrove Pantai Permata Pilang, Kelurahan Pilang, Kecamatan Kademangan, Kota Probolinggo seperti yang ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Lokasi Penelitian.

Penelitian dilaksanakan mulai bulan April - Agustus 2022. Pelaksanaan penelitian diawali dengan survei pendahuluan dan studi pustaka yang kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data pada lokasi penelitian. Proses akhir yaitu pengolahan data yang dilakukan di Laboratorium Integrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Pantai Permata Pilang merupakan bagian dari pantai utara Kota Probolinggo sepanjang 12 km yang membentang dari Pantai Ketapang sampai Pantai Mangunharjo (BPS Kota Probolinggo, 2021). Adapun batas wilayah Pantai Permata Pilang yaitu:

- Sebelah Utara : Selat Madura
- Sebelah Selatan : Kelurahan Pilang
- Sebelah Barat : Kelurahan Ketapang
- Sebelah Timur : Kelurahan Sukabumi

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Daftar Alat dan Bahan.

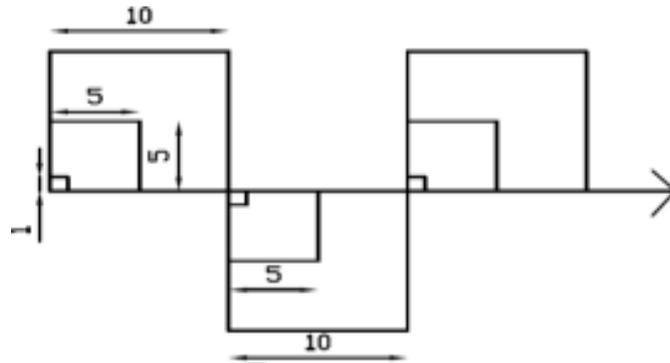
No	Nama	Kegunaan
1	Roll Meter	Garis transek
2	Meteran jahit	Mengukur keliling pohon mangrove
3	Alat tulis	Mencatat hasil observasi
4	Kuesioner	Sebagai media wawancara
5	Kamera	Dokumentasi
6	Software RAPFISH	Pengolahan dan Analisa data

3.3. Prosedur Pengumpulan Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Proses pengumpulan data primer yang meliputi data ekologi ekosistem mangrove, data sosial dan ekonomi diperoleh melalui pengamatan langsung dilapangan (observasi) dan wawancara dengan bantuan kuesioner. Seangkan data sekunder diperoleh melalui survei pada instansi terkait, studi literatur dan data pendukung yang berkaitan dengan penelitian.

3.3.1. Pengambilan Data Ekologi Mangrove

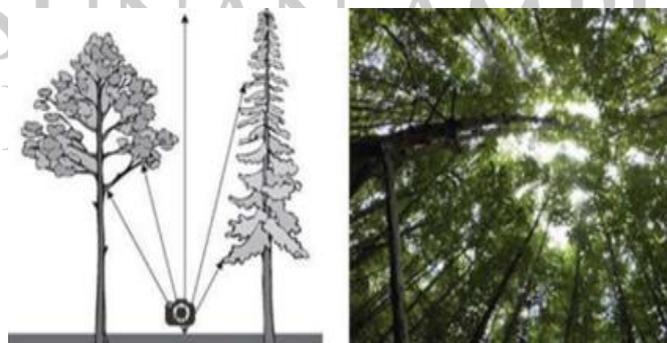
Metode yang digunakan yakni transek garis (*line transect*). Pemilihan lokasi menggunakan metode *purposive sampling* yaitu penentuan lokasi pengambilan data berdasarkan keanekaragaman dan tutupan mangrove yang relatif rapat pada lokasi tersebut. Pengambilan data ekosistem mangrove dilakukan pada tiga stasiun dengan ukuran plot 10 x 10 m² dengan 9 kali pengulangan atau plot dan pada setiap plot dilakukan pengukuran diameter batang pohon mangrove menggunakan meteran jahit. Pengukuran dilakukan pada seluruh pohon yang berada dalam plot.



Gambar 3. Metode Pengambilan Data Ekosistem Mangrove.

Persentase tutupan kanopi mangrove dihitung dengan menggunakan metode *hemispherical photography* menggunakan kamera dengan lensa *fish eye* dengan sudut pandang 180° pada satu titik pengambilan foto (Dharmawan & Pramudji, 2014). Teknis pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

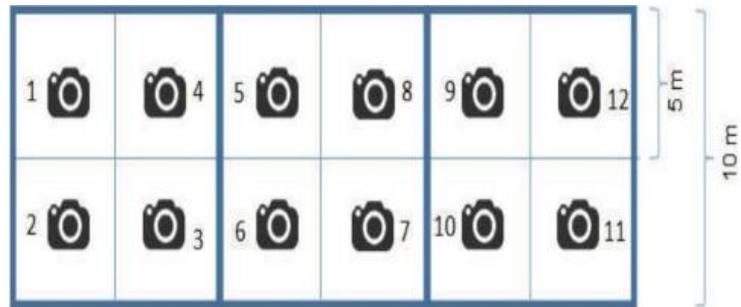
1. Setiap plot $10 \times 10 \text{ m}^2$ dibagi menjadi empat plot kecil yang berukuran $5 \times 5 \text{ m}^2$.
2. Titik pengambilan foto, ditempatkan di sekitar pusat plot kecil; harus berada di antara satu pohon dengan pohon lainnya; serta hindarkan pemotretan tepat di samping batang satu pohon.
3. Dalam setiap stratifikasi, minimal dilakukan pengambilan foto sebanyak 12 titik dimana setiap plot $10 \times 10 \text{ m}^2$ diambil 4 titik pemotretan.
4. Posisi kamera disejajarkan dengan tinggi dada peneliti/tim pengambil foto, serta tegak lurus/menghadap lurus ke langit.



Gambar 4. Ilustrasi metode *hemispherical photography*.

5. Dicatat nomor foto pada form data sheet untuk mempermudah dan mempercepat analisis data.

6. Hindarkan pengambilan foto ganda pada setiap titik untuk mencegah kebingungan dalam analisis data (Karepesiana, 2018).



Gambar 5. Titik pengambilan foto dalam setiap plot pemantauan.

3.3.2. Sedimen

Pengambilan sedimen dilakukan dengan menggunakan *coring* yaitu sampel sedimen diambil menggunakan paralon dengan bahan PVC ukuran $\frac{3}{4}$ inch hingga kedalaman ± 25 cm. Kemudian sedimen dikemas menggunakan plastik dan disimpan dalam *coolbox* sehingga memudahkan untuk dibawa ke laboratorium. Kemudian sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 24 jam. Selanjutnya yakni pengolahan sampel sedimen dengan menggunakan ayakan kering (*Sieve Shaker*) sehingga didapatkan distribusi berat tiap fraksi sedimen berdasarkan ukuran jaring saringan. Persentase (%) berat sedimen dengan cara ayakan saring menggunakan rumus berikut (Karepesiana, 2018).

$$\text{Persentase (\%)} \text{ Berat} = \frac{\text{Berat Hasil Ayakan}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \quad \dots\dots(3.1)$$

3.3.3. Kualitas Perairan

Pengukuran kualitas perairan dilakukan untuk mendapatkan data suhu, salinitas, pH, DO.

- a. Suhu

Pengukuran suhu perairan menggunakan termometer yang dimasukkan air pada tiap stasiun.

- b. Salinitas

Salinometer digunakan untuk mengukur kadar salinitas perairan dengan cara memasukkan ke air dan diamati nilai yang tertera.

c. Derajat keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) diukur menggunakan pH meter dengan cara memasukkan ke air dan diamati nilai pH pada alat tersebut.

d. DO (*Dyssolved Oxygen*)

Pengukuran menggunakan DO meter yang dimasukkan ke sampel air laut dan diamati nilai DO yang dihasilkan.

3.3.4. Kuesioner Masyarakat

Wawancara menggunakan kuesioner dengan metode *purposive sampling* yakni pengambilan responden secara sengaja yang berada di sekitar area Ekosistem Mangrove Permata Pilang dengan teknis *door to door* (dari rumah ke rumah warga lainnya). Penentuan jumlah responden menggunakan rumus Slovin (1993) dengan tingkat error 10%. Teknik penentuan jumlah sampel dengan menggunakan rumus Slovin (Sugiyono, 2008).

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

n : jumlah sampel

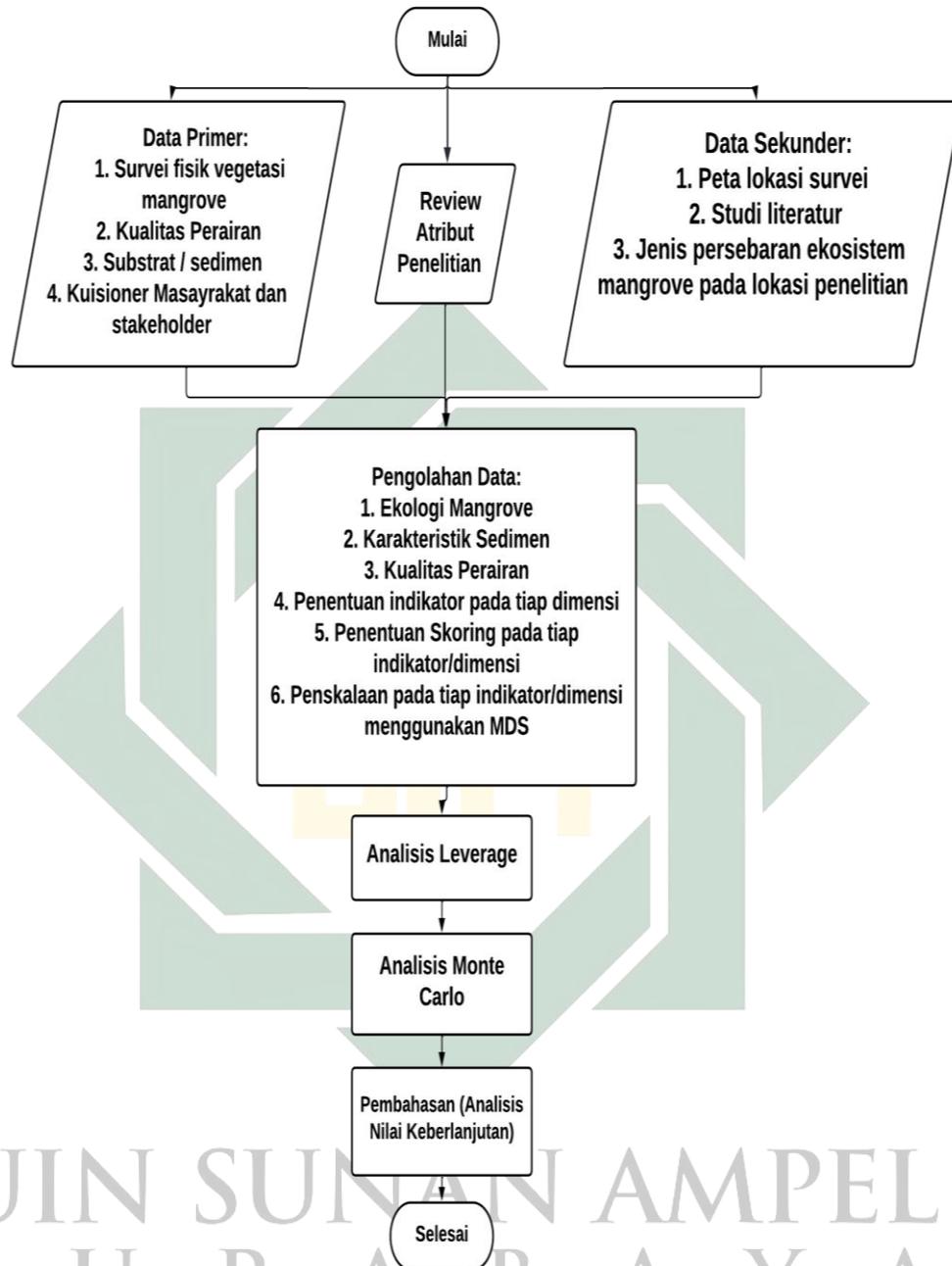
N : jumlah populasi

e : nilai kritis (batas ketelitian) yang diinginkan (persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel populasi), margin of error = 10%.

3.3.5. Kuesioner Stakeholder

Teknik kuesioner yang digunakan adalah *purposive sampling*, yakni penentuan secara sengaja terkait narasumber atau responden yang ahli dalam pengelolaan ekosistem mangrove. Responden penelitian ini adalah Dinas Pertanian, Ketahanan Pangan dan Perikanan Kota Probolinggo, Ketua POKMASWAS Pilang Lestari, Ketua POKMASWAS Kota Probolinggo, Ketua POKDARWIS Kelurahan Pilang dan Yayasan Terumbu Karang Indonesia (TERANGI).

3.4. Tahapan Penelitian



Gambar 6. Diagram Alur Penelitian.

3.5. Analisis Data

3.5.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan sebagai data pendukung penelitian dalam penyusunan laporan. Studi literatur digunakan untuk mendapatkan kajian pustaka yang tepat sesuai dengan tema penelitian yang diperoleh dari jurnal nasional maupun internasional, laporan penelitian tugas akhir, tesis dan disertasi yang

mendukung merupakan sumber studi literatur. Studi literatur yang digunakan di antaranya tentang spesies mangrove, manfaat mangrove, karakteristik mangrove, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove, zonasi penanaman mangrove, tipe sedimen pesisir, baku mutu air laut untuk biota laut, metode untuk menentukan indeks keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove menggunakan software Rappfish.

3.5.2. Analisis Vegetasi Mangrove

Mengidentifikasi jenis penyebaran mangrove dari literatur, nilai kerapatan mangrove berdasarkan SNI 7717: 2011 tentang Survei dan pemetaan mangrove. Vegetasi mangrove dianalisis dengan analisis parameter seperti kerapatan, frekuensi, dominasi, indeks nilai penting dan tutupan kanopi serta indeks keanekaragaman mangrove.

a. Kerapatan

Kerapatan Jenis (D_i) merupakan jumlah tegakan jenis i dalam suatu unit area (Bengen D. G., 2001):

$$D_i = n_i/A \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

D_i : Kerapatan Jenis i (Ind/ha)

N_i : Jumlah total tegakan ke- i

A : Luas area total pengambilan contoh

b. Kerapatan Relatif (RD_i)

Kerapatan relatif (RD_i) adalah perbandingan antara jumlah tegakan jenis i dan jumlah total tegakan seluruh jenis ($\sum n$) (Bengen D. G., 2001).

$$RD_i = (n_i / \sum n) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

R_d_i: Kerapatan relatif jenis ke- i

N_i : Jumlah total tegakan jenis ke- i

$\sum n$: Jumlah total tegakan seluruh jenis

c. Frekuensi

Frekuensi Jenis (F_i), yaitu peluang ditemukannya suatu jenis ke- i di dalam semua petak contoh dibandingkan dengan jumlah total petak contoh yang dibuat (Bengen D. G., 2001):

$$F_i = (P_i / \sum p) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

F_i : Frekuensi Jenis i

P_i : Jumlah petak contoh dimana ditemukan jenis i

$\sum p$: Jumlah total petak contoh yang dibuat

d. Frekuensi Relatif

Frekuensi relatif adalah perbandingan antara frekuensi jenis ke- i (F_i) dengan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis ($\sum F$) (Bengen D. G., 2001).

$$RF_i = (F_i / \sum F) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

RF_i : Frekuensi Relatif jenis ke- i (%)

F_i : Frekuensi jenis ke- i

$\sum F$: Jumlah frekuensi untuk seluruh jenis

e. Penutupan

Penutupan jenis (C_i) adalah luas penutupan jenis ke- i dalam suatu unit area tertentu (Bengen D. G., 2001). Untuk menghitung penutupan jenis menggunakan rumus:

$$C_i = \frac{\sum BA}{A} \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan:

C_i : Penutupan jenis

\sum : $\pi d^2 / 4$

(d = diameter batang setinggi dada)

(d =keliling/ π); (π = 3,14)

A : Luas total area pengambilan contoh (m^2)

f. Penutupan Relatif

Penutupan relatif (RC_i) yaitu perbandingan antara penutupan jenis ke- i dengan luas total penutupan untuk seluruh

jenis (Bengen D. G., 2001). Untuk menghitung R_{Ci}, maka digunakan rumus:

$$RCi = \frac{Ci}{\sum C} \times 100 \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

R_{Ci} : Penutupan Relatif

C_i : Penutupan jenis ke-i

C : Penutupan total untuk seluruh jenis

g. Indeks Nilai Penting

Indeks nilai penting adalah penjumlahan nilai kerapatan jenis (R_{Di}), frekuensi relatif (R_{fi}), dan penutupan relatif (R_{Ci}) (Bengen D. G., 2001).

$$INP = RDi + Rfi + Rci \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

INP : Indeks Nilai Penting

R_{di} : Kerapatan Jenis Relatif

R_{fi} : Frekuensi Jenis Relatif

R_{ci} : Penutupan Jenis Relatif

Kementerian Lingkungan Hidup (2004) menetapkan kriteria baku kerusakan mangrove untuk menentukan status kondisi mangrove yang diklasifikasikan dalam Tabel berikut:

Tabel 3. Kriteria Baku Kerusakan Ekosistem Mangrove.

Kondisi	Kriteria	Penutupan (%)	Kerapatan (Pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	≥ 75	≥ 1500
	Sedang	≥ 50 < 75	≥ 1000 < 1500
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

Sumber: (Kepmen LH, 2004).

h. Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman ditentukan menggunakan rumus keanekaragaman menurut Shannon-Wiener (1984) sebagai berikut:

$$H' = \sum_{i=1}^s Pi \ln Pi \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

N : Jumlah total individu dalam komunitas

$(\sum n_i) n_i$: Jumlah individu spesies atau jenis ke- i

P_i : Proporsi individu spesies ke- i (n_i/N)

I : 1,2,3, ..., s

S : Jumlah spesies

Tabel 4. Indeks Tingkat Keanekaragaman Mangrove.

Indeks	Keterangan
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, produktivitas rendah, terindikasi adanya tekanan pada ekosistem
$1,0 < H' < 3,32$	Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, tekanan ekologis seimbang, kondisi ekosistem cukup seimbang
$H' > 3,32$	Keanekaragaman tinggi, produktivitas tinggi, tahan terhadap tekanan ekologis, ekosistem tumbuh baik/seimbang

3.5.3. Analisis Status Keberlanjutan

Analisis keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove dilakukan dengan pendekatan RAPFISH (*Rapid Assessment Technique for Fisheries*) yang dikembangkan oleh *Fisheries Center, University Of British Columbia* yang merupakan metode penilaian keberlanjutan yang berbasis pendekatan *multidimensional scaling* (MDS) (Pitcher, 2004). Konsep dasar MDS adalah proses menentukan koordinat posisi tiap objek dalam suatu peta multi dimensi sehingga jarak antar objek pemetaan akan sesuai dengan nilai kedekatan dalam input datanya. Ukuran kedekatan antar pasangan objek berupa nilai kemiripan (*similarity*) atau nilai ketidakmiripan (*dissimilarity*) (Seung-Hee Bae, 2012).

Metode MDS dapat mengurangi ruang multidimensi menjadi ruang berdimensi kecil sehingga sedapat mungkin mempertahankan karakter jarak antar titik pada objek tersebut. Melalui proses tersebut dimensi ini maka posisi dan jarak antar titik tersebut akan mudah digambarkan, sehingga pada akhirnya indeks yang merupakan representasi status keberlanjutan pengelolaan mangrove relatif

terhadap kondisi ideal pengelolaan berkelanjutan dapat ditentukan (Alder, 2000).

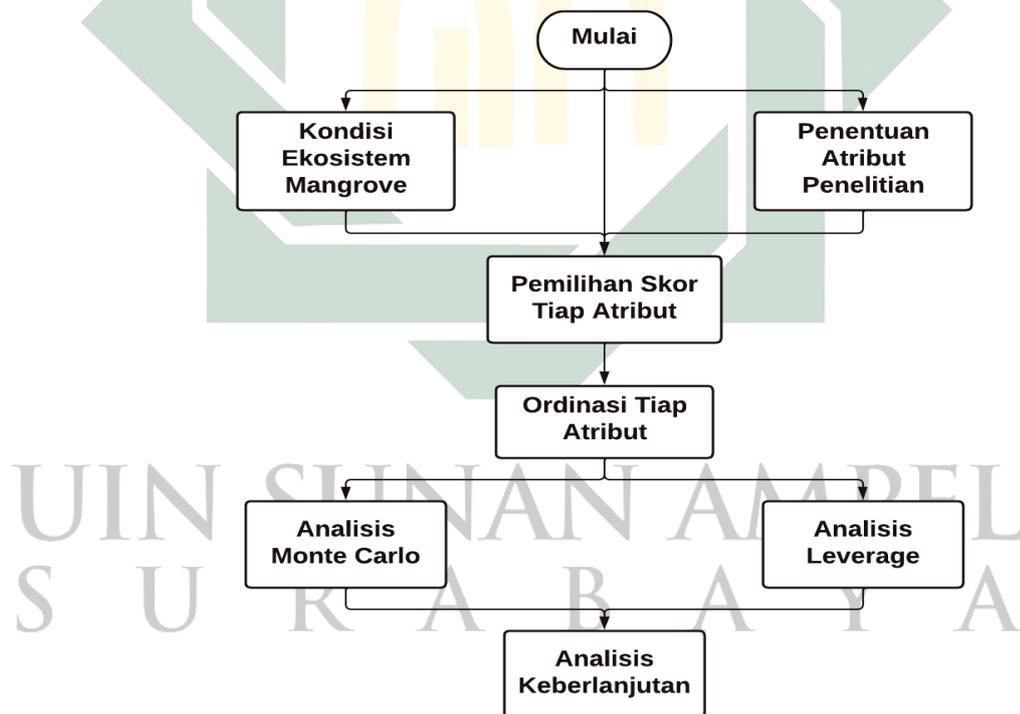
Skala indeks keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove mempunyai selang 0 - 100%. Nilai indeks lebih dari 50% (>50%) maka berkelanjutan dan sebaliknya jika kurang dari 50% (<50%) maka belum berkelanjutan. Kategori status keberlanjutan berdasarkan skala dasar tersebut, sebagaimana pada tabel berikut:

Tabel 5. Kategori Status Keberlanjutan Hutan Mangrove.

Nilai Indeks	Kategori
0,00-25,00	Buruk (bad) (tidak berkelanjutan)
25,01-50,00	Kurang (kurang berkelanjutan)
50,01-75,00	Cukup (Cukup berkelanjutan)
75,01-100	Baik (good) (sangat berkelanjutan)

Sumber: (Pitcher, 2004).

Secara lengkap tahapan analisis menggunakan metode MDS dengan aplikasi Rappfish disajikan pada gambar berikut:



Gambar 7. Tahapan metode MDS menggunakan RAPPFISH (Alder, 2000).

3.5.4. Teknik Ordinasi (Penentuan Jarak)

Teknik ordinasi jarak dianalisa menggunakan *Multidimensional scaling* (MDS) yang berguna sebagai proses penentuan posisi titik buruk (*bad*) dan baik (*good*). Objek titik dalam

MDS akan dipetakan ke dalam ruang dua atau tiga dimensi dan diusahakan sedekat mungkin. Proses ordinasi ini berguna sebagai proses untuk menentukan jarak di dalam MDS berdasarkan pada *Euclidean Distance* yang dalam ruang berdimensi dapat ditulis sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 + \dots} \dots\dots\dots(3.11)$$

Konfigurasi atau ordinasi dari suatu objek atau titik di dalam MDS kemudian diaproksimasi dengan meregresikan jarak *Euclidean* (d_{ij}) dari titik i ke titik j dengan titik asal (d_{ij}) sebagaimana persamaan berikut:

$$D_{ij} = \alpha + \beta \delta_{ij} + \varepsilon \dots\dots\dots(3.12)$$

Posisi titik buruk (*bad*) dan baik (*good*) digambarkan secara mendatar sedangkan untuk menunjukkan perbedaan dari campuran skor indikator yang dievaluasi digambarkan secara tegak lurus. *Goodness of fit* (cukup baik) dalam MDS ditunjukkan dari besaran nilai *S-Stress*. Nilai *S-stress* yang rendah menunjukkan *good-fit* sementara nilai *S-stress* yang tinggi sebaliknya. Hasil analisis RAPFISH yang baik menunjukkan nilai *S-stress* yang lebih kecil dari 0,25 ($S < 0,25$) (Alder, 2000).

3.5.5. Analisis Leverage

Analisis *Leverage* bertujuan untuk mengetahui indikator apa saja yang memiliki tingkat sensitivitas pada setiap dimensi keberlanjutan yang digunakan. Pengaruh setiap indikator dapat diketahui melalui perubahan nilai *Root Mean Square (RMS)*. Perubahan nilai *Root Mean Square (RMS)* diperoleh dari hasil akhir analisis *leverage*. Semakin besar perubahan nilai RMS maka semakin sensitif/berpengaruh peranan indikator tersebut dalam meningkatkan status keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove (Alder, 2000).

3.5.6. Analisis Monte Carlo

Analisis *Monte Carlo* bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh galat (*error*) acak yang dilakukan untuk menduga nilai ordinasi

digunakan. Analisis *Monte Carlo* berguna untuk memberikan gambaran terhadap tingkat kesalahan acak (*random error*) pada model yang dihasilkan dari analisis MDS untuk semua dimensi pada tingkat kepercayaan 95%. Jika nilai antara hasil analisa MDS dan analisis *Monte Carlo* semakin kecil maka semakin baik nilai atau tingkat keberlanjutan yang dihasilkan (Hasrat, 2014). Nilai akhir yang dihasilkan yaitu nilai indeks keberlanjutan, koefisien determinasi (R^2) dan nilai [*S-stress* (*S*)]. Model dikategorikan *goodness of fit* (cukup baik) apabila memiliki nilai $S < 0,25$ dan $R^2 > 80\%$ atau mendekati 100% (Hasrat, 2014).

Analisis *Monte Carlo* memiliki tujuan untuk mengetahui hal-hal berikut:

1. Pengaruh tingkat kesalahan dalam proses *scoring* atau pembuatan skor indikator yang disebabkan oleh pemahaman kondisi lokasi penelitian yang belum sempurna atau kesalahan pemahaman terhadap indikator atau cara pembuatan skor indikator.
2. Pengaruh perbedaan pemberian skor indikator yang disebabkan karena beberapa perbedaan pendapat atau penilaian oleh peneliti yang berbeda
3. Stabilitas proses analisa MDS yang berulang-ulang (iterasi).
4. Kesalahan dalam proses memasukan (input) data atau adanya data yang hilang (*missing data*) (Pitcher, 2004).

UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Kependudukan Kecamatan Kademangan

Kecamatan Kademangan terletak di sebelah barat Kota Probolinggo dengan batas-batas sebagai berikut:

- Utara : Selat Madura
- Selatan : Kecamatan Sumberasih dan Kecamatan Wonomerto (Kabupaten Probolinggo)
- Barat : Kecamatan Sumberasih (Kabupaten Probolinggo)
- Timur : Kecamatan Mayangan dan Kecamatan Kedopok

Kota Probolinggo memiliki lima kecamatan dimana dua kecamatan yaitu Kecamatan Kademangan dan Kecamatan Mayangan merupakan kecamatan pesisir yang memiliki ekowisata mangrove. Berikut merupakan profil Kecamatan Kademangan, Kota probolinggo:

Tabel 6. Profil Kecamatan Kademangan beserta Panjang Garis Pantainya.

Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (ribu)	Persentase Jumlah Penduduk (%)	Kepadatan Penduduk (Km ²)	Panjang Pantai (Km)
Triwung Kidul	1.76	9120	20.44	5182	-
Kademangan	2.13	8060	18.06	3783	-
Pohsangit Kidul	1.67	5210	11.66	3117	-
Pilang	3.07	6930	15.53	3506	1.76
Triwung Lor	2.08	7290	16.34	2258	-
Ketapang	2.05	8020	17.96	3910	0.35
Jumlah	12.76	44620	100	3497	1,79

Sumber: (BPS Kota Probolinggo, 2021).

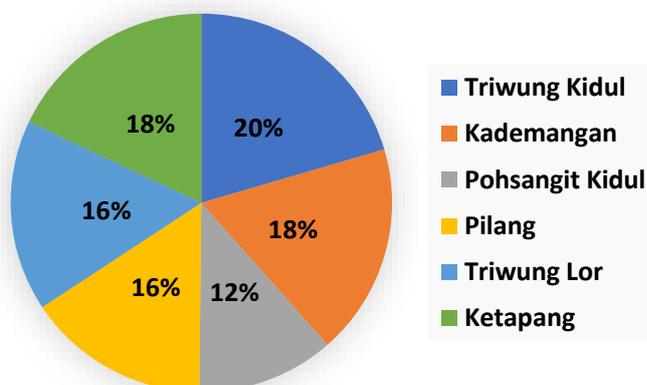
Kecamatan Kademangan memiliki luas 12,75 km² terbagi menjadi 6 kelurahan yaitu Kelurahan Triwung Kidul, Kelurahan Kademangan, Kelurahan Pohsangit Kidul, Kelurahan Pilang, Kelurahan Triwung Lor, Kelurahan Ketapang.

Tabel 7. Jumlah Penduduk Kecamatan Kademangan.

Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Persentase terhadap luas Kecamatan (%)	Jumlah Penduduk (ribu)	Persentase Jumlah Penduduk (%)	Kepadatan Penduduk (Km ²)
Triwung Kidul	1,76	13,81	9120	20,44	5182
Kademangan	2,13	16,7	8060	18,06	3783
Pohsangit Kidul	1,67	13,06	5210	11,66	3117
Pilang	3,07	24,06	6930	15,53	3506
Triwung Lor	2,08	16,29	7290	16,34	2258
Ketapang	2,05	16,08	8020	17,96	3910
Jumlah	12,76	100	44.620	100	3497

Sumber: (BPS Kota Probolinggo, 2021).

Jumlah penduduk Kecamatan Kademangan tahun 2021 sebanyak 44.620 ribu jiwa yang terdiri atas 22.040 ribu orang laki-laki dan 22.580 ribu orang perempuan. Laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,05 %. Persentase jumlah penduduk tertinggi yaitu Kelurahan Triwung Kidul dengan nilai sebesar 20,44 % dan terendah yaitu Kelurahan Pohsangit Kidul dengan nilai 11,66 %. Sedangkan Kelurahan Pilang memiliki nilai persentase jumlah penduduk sebesar 15,53 %.

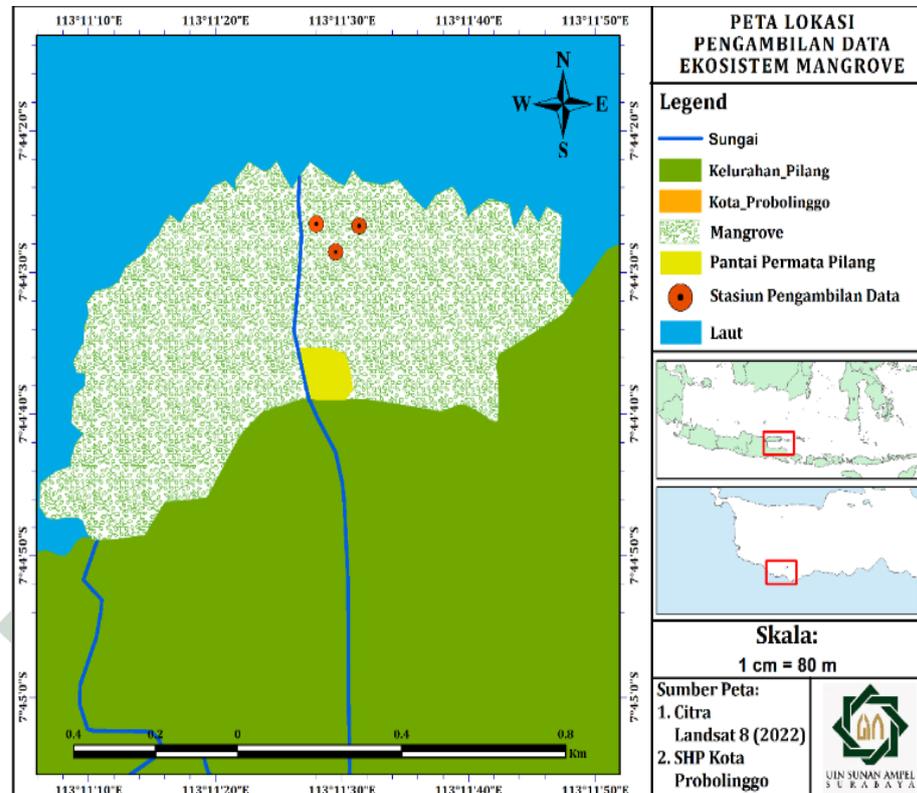


Gambar 8. Persentase Jumlah Penduduk Setiap Kelurahan.

Kepadatan penduduk di Kecamatan Kademangan tahun 2021 mencapai 3.497 jiwa/km², artinya setiap kilometer persegi terdapat 3.497 orang yang tinggal di area tersebut. Kepadatan penduduk tertinggi di Triwung Kidul dengan kepadatan sebesar 5.182 jiwa/km² dan terendah di Triwung Lor sebesar 2.258 jiwa/km². Sedangkan Kelurahan Pilang memiliki 6.930 ribu jiwa dengan kepadatan sebesar 3506 jiwa/km².

4.2. Kondisi Ekologi Ekosistem Mangrove

Pengambilan data ekosistem mangrove dan kualitas perairan dilakukan pada tiga titik lokasi seperti pada gambar berikut:



Gambar 9. Lokasi Pengambilan Data Mangrove dan Kualitas Perairan.

Hasil identifikasi daun, buah, batang dan akar mangrove Permata Pilang memiliki lima jenis mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba* dan *Rhizophora mucronata*.

4.2.1. Jenis Mangrove

a. *Avicennia marina*

Mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki taksonomi sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Filum : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Ordo : Lamiales
- Famili : Avicenniaceae
- Genus : *Avicennia*
- Spesies : *Avicennia marina*

Avicennia marina memiliki ciri belukar atau pohon yang tumbuh tegak atau menyebar, ketinggian pohon mencapai 30 meter.



Gambar 10. Pohon dan daun *Avicennia marina*.
((a) Dokumentasi Lapangan dan (b) (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)).

Memiliki sistem perakaran horizontal yang rumit dan berbentuk pensil (atau berbentuk asparagus), akar napas tegak dengan sejumlah lentisel. Kulit kayu halus dengan burik-burik hijau-abu dan terkelupas dalam bagian-bagian kecil. Ranting muda dan tangkai daun berwarna kuning, tidak berbulu. Daun pada bagian atas permukaan daun ditutupi bintik-bintik kelenjar berbentuk cekung. Kemudian bagian bawah daun memiliki warna putih hingga abu-abu muda dengan bentuk elips, bulat memanjang, bulat telur terbalik, ujung daun meruncing hingga membundar. *Avicennia marina* merupakan mangrove pionir yang ada pada lahan pantai yang terlindung dan memiliki kemampuan untuk menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang surut serta mampu tumbuh pada tempat dengan salinitas yang tinggi. Akarnya pada jenis ini mampu mengikat sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. *Avicennia marina* dapat juga bergerombol membentuk suatu kelompok pada habitat tertentu. Berbuah sepanjang tahun. Buah membuka pada saat telah matang, melalui lapisan dorsal. Buah dapat juga terbuka karena dimakan semut atau setelah terjadi penyerapan air (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006).

b. *Avicennia alba*

Mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Filum : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Lamiales
Famili : Avicenniaceae
Genus : *Avicennia*
Spesies : *Avicennia alba*

Memiliki ciri pohon yang ketinggian mampu mencapai 25 m. Kumpulan pohon membentuk sistem perakaran horizontal dan akar napas yang rumit. Akar napas biasanya tipis, berbentuk jari (atau seperti asparagus) yang ditutupi oleh lentisel yang memiliki kemampuan yang dapat membantu pengikatan sedimen dan mempercepat proses pembentukan daratan. Kulit kayu luar berwarna keabu-abuan, beberapa ditumbuhi tonjolan kecil. Pada bagian batang yang tua ditemukan serbuk tipis. Selain itu juga memiliki ciri – ciri daun dengan permukaan halus, bagian atas hijau mengkilat, bawahnya pucat serta berbentuk lanset (seperti daun akasia) atau elips meruncing.



(a)

(b)

Gambar 11. Pohon, daun dan bunga *Avicennia alba*.
(a) Dokumentasi Lapang dan (b) (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)).

Avicennia alba merupakan jenis pionir pada habitat rawa mangrove di lokasi pantai yang terlindung, juga di bagian

yang lebih asin di sepanjang pinggiran sungai yang dipengaruhi pasang surut, serta di sepanjang garis pantai (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006).

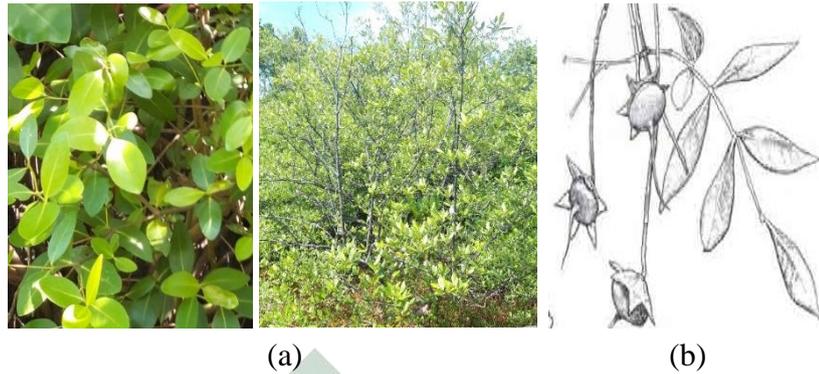
c. *Sonneratia caseolaris*

Mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Myrtales
Famili : Sonneratiaceae
Genus : *Sonneratia*
Spesies : *Sonneratia caseolaris*

Masyarakat banyak memanfaatkan buah dari *Sonneratia caseolaris* sebagai bahan dasar pembuatan sirup. Ketinggian pohon mencapai 15 m dan memiliki akar napas vertikal seperti kerucut (tinggi hingga 1 m) yang banyak dan sangat kuat. Ujung cabang/ranting terkulai, dan berbentuk segi empat pada saat muda. Gagang/tangkai daun kemerahan, lebar dan sangat pendek.

Sonneratia caseolaris memiliki ciri ekologi dapat tumbuh didaerah dengan salinitas tidak terlalu tinggi dengan substrat lumpur seringkali sepanjang sungai kecil dengan air yang mengalir dan dipengaruhi oleh pasang surut serta di areal yang masih didominasi oleh air tawar. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Selama musim hujan memiliki kecenderungan pertumbuhan daun akan berubah dari horizontal menjadi vertikal (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006).



Gambar 12. Pohon dan daun *Sonneratia caseolaris*.
 ((a) Dokumentasi Lapang dan (b) (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)).

d. *Sonneratia alba*

Mangrove jenis *Sonneratia alba* memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Myrtales
 Famili : Sonneratiaceae
 Genus : *Sonneratia*
 Spesies : *Sonneratia alba*

Pedada, perepat, pidada, bogem, bidada dan mangle-mange merupakan nama lokal dari *Sonneratia alba*. Pohon dari mangrove ini memiliki ketinggian yang mampu mencapai 15 m. Kulit kayu dari pohon jenis ini memiliki warna putih tua hingga coklat dengan celah longitudinal yang halus. Akarnya berbentuk seperti kabel bawah tanah yang muncul ke permukaan sebagai akar napas yang membentuk seperti kerucut tumpu.

Sonneratia alba merupakan jenis mangrove pionir yang tidak toleran dengan masukan air tawar dalam jangka waktu yang lama. Hidup di substrat tanah berlumpur dan pasir serta terkadang tumbuh dengan substrat karang dan batuan. Sering ditemukan di pesisir yang terlindung dari gelombang dan juga dapat ditemukan di muara serta sekitar pulau lepas pantai (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006).



Gambar 13. Daun dan Bunga *Sonneratia alba*.
 ((a) Dokumentasi Lapangan dan (b) (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)).

e. *Rhizophora mucronata*

Mangrove jenis *Rhizophora mucronata* memiliki taksonomi sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae
- Filum : Magnoliophyta
- Kelas : Magnoliopsida
- Ordo : Myrtales
- Famili : Rhizophoraceae
- Genus : *Rhizophora*
- Spesies : *Rhizophora mucronata*

Pohon *Rhizophora mucronata* memiliki ketinggian yang dapat mencapai 27 m dengan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan terdapat celah horizontal, akar tunjang dan akar udara yang tumbuh dari percabangan bagian bawah, daun berbentuk elips melebar hingga bulat memanjang dengan meruncing dan terdapat sedikit tonjolan tangkai pada ujung daun dan buah lonjong/panjang hingga berwarna hijau kecoklatan, seringkali kasar di bagian pangkal, berbiji tunggal.

Rhizophira mucronata dapat tumbuh pada substrat yang lebih keras dan pasir (lumpur dominan pasir). Pada umumnya tumbuh berkelompok, dipengaruhi pasang surut, jarang sekali tumbuh pada daerah yang jauh dari pengaruh pasang surut. Pertumbuhan optimal terjadi pada area yang tergenang air. Merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove paling tersebar luas (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)



Gambar 14. Akar, Pohon dan daun *Rhizophora mucronata*.
 ((a) Dokumentasi Lapang dan (b) (Noor, Khazali, & Suryadiputra, 2006)).

4.2.2. Vegetasi Mangrove

a. Kerapatan dan Kerapatan Relatif

Kerapatan merupakan suatu indeks kepadatan individu dalam menguasai ruang atau areal yang menunjukkan kualitas lingkungan pendukung pertumbuhan mangrove (Desmukh, 1992). Pola sebaran vegetasi melalui potensi kerapatan menunjukkan potensi penguasaan sumber hara oleh jenis vegetasi mangrove.

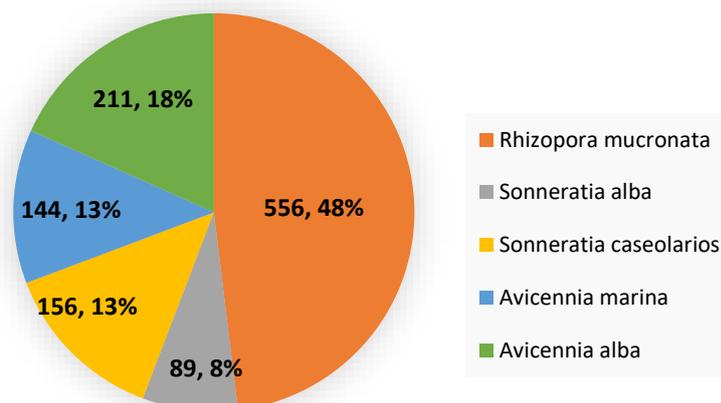
Tabel 8. Nilai Kerapatan dan Kerapatan Relatif.

<i>Spesies</i>	<i>Kerapatan (Ind/Ha)</i>	<i>Kerapatan Relatif (%)</i>
<i>Rhizophora mucronata</i>	556	48.08
<i>Sonneratia alba</i>	89	7.69
<i>Sonneratia caseolaris</i>	156	13.46
<i>Avicennia marina</i>	144	12.50
<i>Avicennia alba</i>	211	18.27
Jumlah	1156	100.00

Sumber: (Olah Data, 2022).

Hasil olah data terkait kerapatan dan kerapatan relatif menunjukkan nilai tertinggi yaitu mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dengan dengan nilai kerapatan 556 ind/Ha dan untuk kerapatan relatif sebesar 48%. Sedangkan jenis *Sonneratia alba* memiliki nilai kerapatan 89 ind/Ha dan kerapatan relatif 7,69%. Nilai total tingkat kerapatan mangrove Pantai Permata Pilang yaitu 1156 ind/Ha. Nilai kerapatan tersebut menunjukkan tingkat kerapatan sedang menurut baku mutu kerapatan hutan mangrove KepMen LH No. 204 Tahun 2004.

Vegetasi mangrove yang memiliki kerapatan tertinggi berarti memiliki tingkat penguasaan hara yang terbesar. Selain kaya akan unsur hara, daerah mangrove yang memiliki nilai kerapatan yang besar biasanya memiliki suplai kualitas perairan yang sesuai dengan baku mutu pertumbuhan mangrove dan didukung dengan karakteristik sedimen yang berpasir atau berlumpur (Schaduw, 2019). Kerapatan jenis tertinggi disebabkan karena karakteristik sedimen yang sesuai dan kemampuan adaptasi dengan kondisi lingkungan. (Yusuf & Muhsoni, 2020). Nilai kerapatan mengindikasikan bahwa tingkat regenerasi mangrove jenis ini baik dan dapat bertahan pada kondisi lokal tempat tersebut (Baksir, Mutmainnah, & Akbar, 2018).



Gambar 15. Nilai Kerapatan dan Kerapatan Relatif.

Sumber: (Olah Data, 2022).

Rhizophora mucronata merupakan jenis mangrove yang paling banyak ditemukan. Tingginya kerapatan relatif dari *Rhizophora mucronata* dikarenakan lokasi memiliki kawasan yang luas untuk hidup sehingga mampu berkembang dan tumbuh dengan baik selama masih mendapatkan sinar matahari dan air asin dengan baik. Selain itu, mangrove yang memiliki kerapatan yang bagus memiliki kadar garam payau hingga asin dan hutan mangrove memiliki kemampuan toleran terhadap tingkat kadar garam/salinitas (Schaduw, 2019). Kerapatan relatif

jenis tertinggi adalah jenis *Rhizophora mucronata*, sedangkan jenis mangrove yang memiliki nilai kerapatan terendah adalah *Sonneratia alba*. Kondisi ini disebabkan substrat dasar kebanyakan stasiun pengamatan adalah lempung.

Kerapatan pada suatu ekosistem mangrove berpengaruh pada biota yang berasosiasi di dalamnya. Ekosistem mangrove digunakan sebagai tempat perlindungan biota yang hidup di dalamnya seperti ikan dan moluska. Hal ini membuat ekosistem mangrove sering digunakan sebagai tempat memijah bagi berbagai organisme yang berasosiasi di dalamnya (Schaduw, 2019).

b. Frekuensi dan Frekuensi Relatif

Frekuensi jenis adalah peluang ditemukannya jenis ke i dalam petak contoh yang diamati. Frekuensi jenis merupakan salah satu parameter vegetasi yang dapat menunjukkan pola distribusi atau sebaran jenis mangrove dalam suatu ekosistem mangrove (Bengen D. G., 2000). Nilai frekuensi dipengaruhi banyaknya nilai petak dimana ditemukan spesies mangrove. Semakin banyak ditemukan jumlah subplot ditemukannya spesies mangrove, maka nilai frekuensi jenis semakin tinggi. Nilai tertinggi apabila suatu spesies mangrove ditemukan di semua subplot dalam satu stasiun adalah 1. Frekuensi Relatif (Rfi) merupakan perbandingan antara frekuensi jenis (Fi) dan total dari keseluruhan jenis mangrove. Nilai dari frekuensi relatif dapat menggambarkan penyebaran suatu spesies yang ada pada suatu ekosistem (Rudhi Pribadi, 2020).

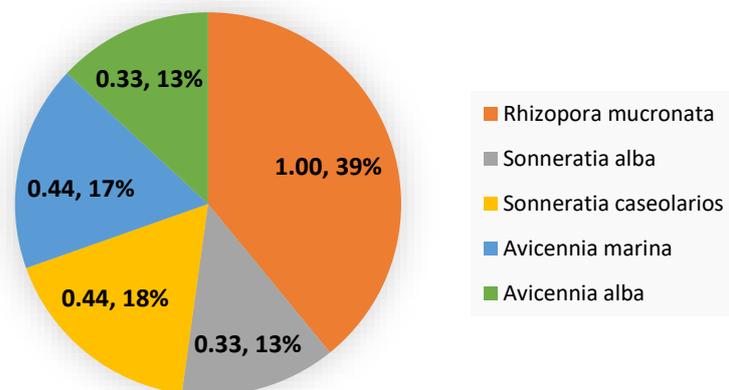
Tabel 9. Nilai Frekuensi dan Frekuensi Relatif.

Spesies	Frekuensi (Fi)	Frekuensi Relatif (Rfi) (%)
<i>Rhizophora mucronata</i>	1.00	39.13
<i>Sonneratia alba</i>	0.33	13.04
<i>Sonneratia caseolaris</i>	0.44	17.39
<i>Avicennia marina</i>	0.44	17.39
<i>Avicennia alba</i>	0.33	13.04
Jumlah	2.56	100.00

Sumber: (Olah Data, 2022).

Hasil pengolahan data menunjukkan mangrove jenis *Rhizophora mucronata* memiliki nilai frekuensi yang paling tinggi yakni senilai 1 dan nilai frekuensi relatif sebesar 39,13 %. Artinya *Rhizophora mucronata* ditemukan pada setiap plot dan memiliki tingkat persebaran yang paling tinggi. Karakteristik sedimen atau substrat jenis lempung berpasir atau berlumpur memang merupakan substrat yang sangat sesuai dengan pertumbuhan mangrove jenis *Rhizophora mucronata* menjadikan jenis tersebut memiliki nilai frekuensi dan sebaran yang paling tinggi daripada jenis lainnya (Indra Asman, 2020).

Selain itu *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang memiliki habitat pada daerah pasang surut (Rudhi Pribadi, 2020). *Sonneratia alba* merupakan jenis mangrove dengan nilai frekuensi jenis dan frekuensi relatif yang kecil yakni 0,33 dan frekuensi relatif dengan nilai 13,04%.



Gambar 16. Nilai Frekuensi dan Frekuensi Relatif.

Peluang ditemukannya jenis mangrove *Sonneratia alba*, jenis mangrove ini jarang sekali ditemukan karena substrat yang dominan berlumpur. Mangrove jenis *Sonneratia alba* cenderung hidup pada daerah dengan substrat pasir dan daerah pantai yang selalu tergenang oleh air (Schaduw, 2019). Akan tetapi mangrove jenis *Sonneratia alba* akan tetap berasosiasi dengan jenis lain seperti *Avicennia* pada daerah berlumpur dengan kandungan nutrisi yang tinggi (Effendi, 2016). Tinggi rendahnya nilai frekuensi relatif disebabkan oleh terjadinya

kompetisi yang tidak seimbang antara jenis mangrove yang menempati suatu habitat yang sama, sehingga kurang kompetitif dalam memperoleh nutrisi (Bengen D. G., 2002).

c. Penutupan dan Penutupan Relatif

Penutupan jenis (C_i) adalah luas penutupan jenis ke- i dalam suatu area sedangkan penutupan relatif (RC_i) adalah perbandingan antara luas area penutupan jenis ke- i (C_i) dan total luas penutupan untuk seluruh jenis (Bengen D. G., 2002).

Hasil olah data menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora mucronata* memiliki nilai penutupan tertinggi yaitu 52311,29 dan penutupan relatif sebesar 63,91%. Penutupan relatif jenis menunjukkan besaran tutupan jenis dalam menempati area pada suatu plot area, jika nilainya mendekati 100% dapat dikatakan bahwa suatu jenis tersebut hampir ada di semua cover plot area.

Tabel 10. Nilai Penutupan dan Penutupan Relatif.

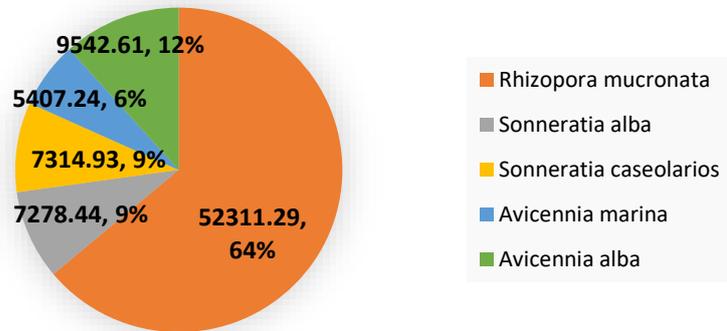
<i>Spesies</i>	<i>Penutupan (Ci)</i>	<i>Penutupan Relatif (%)</i>
<i>Rhizophora mucronata</i>	52311.29	63.91
<i>Sonneratia alba</i>	7278.44	8.89
<i>Sonneratia caseolaris</i>	7314.93	8.94
<i>Avicennia marina</i>	5407.24	6.61
<i>Avicennia alba</i>	9542.61	11.66
Jumlah	81854.51	100.00

Sumber: (Olah Data, 2022).

Kondisi hutan mangrove yang berhadapan langsung dengan laut sehingga mendapatkan pasang surut air laut sangat mendukung jenis tersebut untuk tumbuh. Selanjutnya Faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai penutupan jenis karena adanya kondisi mangrove yang heterogen (Effendi, 2016). Kondisi hutan mangrove yang berhadapan langsung dengan laut sehingga mendapatkan pasang surut air laut sangat mendukung jenis *Rhizophora mucronata* untuk tumbuh. Selanjutnya Faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai penutupan jenis karena adanya kondisi mangrove yang heterogen (Indra Asman, 2020).

Penutupan jenis dan penutupan relatif jenis tertinggi yaitu *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa jenis ini

memiliki diameter pohon dan produktivitas yang besar, sehingga nilai penutupan jenis yang diperoleh juga tinggi.



Gambar 17. Diagram penutupan dan penutupan relatif.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tutupan suatu jenis ialah lingkaran batang pohon dan basal area dalam satu lokasi pengambilan sampel (Nella Tri Agustini, 2016). Faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan besarnya diameter batang adalah jenis umur pohon, dengan lamanya pertumbuhan umur suatu pohon, maka pohon tersebut akan bertambah besar (George L. Pandeiro, 2020).

4.2.3. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai penting jenis mangrove merupakan penjumlahan dari kerapatan relatif, frekuensi relatif dan penutupan relatif. Indeks nilai penting dapat menunjukkan adanya kontribusi dan peran penting populasi dalam komunitas ataupun ekosistem mangrove (Bengen D. G., 2002). Indeks nilai penting digunakan untuk melihat pertumbuhan jenis mangrove dalam suatu komunitas, dapat dilihat dari analisis kondisi vegetasi yang menunjukkan peranan suatu jenis mangrove dalam komunitas mangrove. Nilai penting dari tiap jenis mangrove sangat tergantung kondisi pertumbuhan mangrove. Mangrove untuk tumbuh dengan baik, memerlukan sejumlah faktor pendukung seperti ketersediaan nutrisi atau bahan organik, substrat yang cocok, kondisi perairan yang stabil dan tidak adanya eksploitasi mangrove oleh masyarakat setempat (Schaduw, 2019).

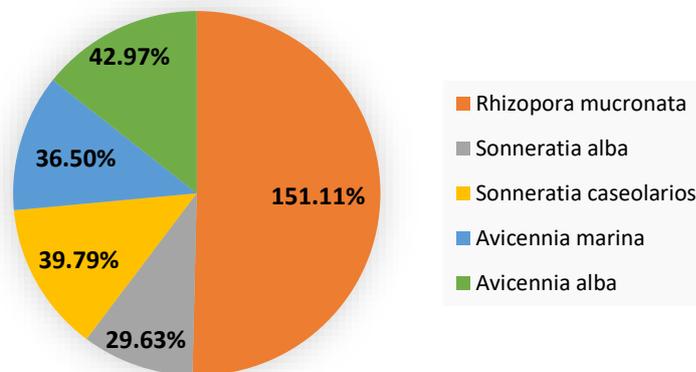
Hasil olah data menunjukkan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi dengan nilai 151,11 % dimiliki oleh mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dengan INP 42,97 %, *Sonneratia caseolaris* dengan INP 39,79 %, *Avicennia marina* dengan INP 36,50 % dan INP dengan nilai terendah yaitu 29,63 % dimiliki oleh mangrove jenis *Sonneratia alba*.

Tabel 11. Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove Pantai Permata Pilang.

Spesies	Kerapatan Relatif (Rdi) (%)	Frekuensi Relatif (Rfi) (%)	Penutupan Relatif (Rci) (%)	Indeks Nilai Penting (INP)
<i>Rhizophora mucronata</i>	48.08	39.13	63.91	151.11
<i>Sonneratia alba</i>	7.69	13.04	8.89	29.63
<i>Sonneratia caseolaris</i>	13.46	17.39	8.94	39.79
<i>Avicennia marina</i>	12.50	17.39	6.61	36.50
<i>Avicennia alba</i>	18.27	13.04	11.66	42.97
Jumlah				300.00

Sumber: (Olah Data, 2022).

Komposisi dan jumlah kehadiran tiap individu pada lokasi penelitian memberikan pengaruh terhadap nilai penting. Tingginya indeks nilai penting jenis *Rhizophora mucronata* karena frekuensi kehadiran jenis yang tinggi pada setiap stasiun. Indeks nilai penting menunjukkan bahwa jenis tersebut sangat mendominasi setiap lokasi, dengan nilai kerapatan, tutupan dan kehadiran jenis yang tinggi. Indeks nilai penting pada setiap spesies dapat menggambarkan dominasi suatu spesies pada setiap stasiun penelitian (Schaduw, 2019).



Gambar 18. Diagram Indeks Nilai Penting Jenis Mangrove Permata Pilang.

Tingkat vegetasi suatu jenis dengan nilai INP > 15% dikategorikan berpengaruh terhadap komunitas jenis mangrove yang tumbuh di sekitarnya hingga kestabilan ekosistem pesisir (Bengen D. G., 2000). Hal tersebut dikarenakan pada setiap lokasi pengamatan mangrove dapat ditemukan jenis ini dengan intensitas lebih banyak dari jenis lainnya. *Rhizophora mucronata* lebih menguasai habitat jenis lainnya karena mempunyai daya adaptasi morfologi yang tinggi dengan lingkungan setempat. Sedangkan vegetasi yang tergolong rendah indeks nilai pentingnya seperti jenis *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba* karena disusun oleh kerapatan jenis, frekuensi, dan tingkat dominansi yang kecil. Sehingga kumulatif indeks nilai penting yang diperoleh kurang dari jenis *Rhizophora mucronata* (George L. Pandeiro, 2020).

4.2.4. Keanekaragaman Jenis

Gambaran mengenai struktur organisme berupa persekutuan (*assemblages*) spesies dalam komunitas dapat diketahui dari indeks keanekaragaman. Keanekaragaman spesies juga dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil (Bengen D. G., 2000). Hasil olah data menunjukkan indeks keanekaragaman mangrove Permata Pilang sebesar 1,39. Nilai tersebut termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang menurut indeks tingkat keanekaragaman hutan mangrove (Bengen D. G., 2000).

Tabel 12. Indeks Keanekaragaman Mangrove Permata Pilang.

Species	pi	lnpi	pi*lnpi
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.48	-0.73	0.35
<i>Sonneratia alba</i>	0.08	-2.56	0.20
<i>Sonneratia caseolaris</i>	0.13	-2.01	0.27
<i>Avicennia marina</i>	0.13	-2.08	0.26
<i>Avicennia alba</i>	0.18	-1.70	0.31
Jumlah			1.39

Sumber: (Olah Data, 2022).

Indeks keanekaragaman sedang menunjukkan produktivitas yang cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan

ekologis sedang. Indeks keanekaragaman spesies yang sedang ini dapat diambil untuk menandai jumlah spesies dalam suatu daerah tertentu atau sebagai jumlah spesies di antara jumlah total individu dari seluruh spesies yang ada. Jumlah spesies dalam suatu komunitas adalah penting dalam segi ekologi karena keragaman spesies tampaknya bertambah bila komunitas menjadi makin stabil (Baderan, 2016).

Keanekaragaman sedang pada suatu ekosistem dipengaruhi oleh keberadaan komponen jenis yang ditemukan serta perubahan vegetasi tumbuhan akibat dari aktivitas masyarakat. Keanekaragaman jenis sedang ini disebabkan oleh perubahan vegetasi yang terjadi secara terus-menerus dan ditunjang oleh keberadaan unsur hara, cahaya dan air yang diperoleh vegetasi sehingga terjadi susunan tumbuhan baik bentuk apapun jumlah jenis sesuai dengan tempat tumbuhnya (Baderan, 2016). Keanekaragaman jenis suatu komunitas akan tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dan tidak ada jenis yang mendominasi, dan suatu komunitas memiliki nilai keanekaragaman jenis yang rendah jika komunitas itu disusun oleh sedikit jenis dan ada jenis yang dominan (Cici Khairunnisa, 2020).

Secara alami keanekaragaman jenis hutan mangrove memang lebih rendah bila dibandingkan dengan hutan tropis. Walaupun demikian hutan ini memiliki struktur dan fungsi yang mampu mempertahankan hidupnya pada lingkungan ekstrim di zona pasang surut. Ekosistem mangrove juga memiliki produktivitas primer yang tinggi namun dapat dengan mudah berubah bila ada gangguan terutama yang bersifat antropogenik (Bengen D. G., 2000).

4.2.5. Tutupan Kanopi

Pengukuran kanopi tutupan mangrove dengan menggunakan metode *Hemispherical photography* dengan alat bantu kamera berlensa *fish-eye*. Gambar tutupan diambil dengan empat kali

perulangan untuk masing – masing plot untuk mewakili kondisi vegetasi dalam satu plot. Foto diambil dengan posisi kamera tegak lurus menghadap langit sejajar dada peneliti. Hasil pengambilan gambar di analisa dengan konsep memisahkan pixel langit dan tutupan vegetasi menggunakan perangkat lunak *ImageJ*.

Hasil rata-rata perhitungan tutupan kanopi mangrove yaitu 72,60%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa status kondisi hutan mangrove termasuk dalam kondisi sedang dengan kerapatan 1000 - 1500 Ind/Ha berdasarkan standar Pemerintah Indonesia melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004. Berikut hasil pengukuran tutupan kanopi mangrove tercatat dalam tabel berikut:

Tabel 13. Hasil Perhitungan Tutupan Kanopi Mangrove.

Stasiun	P255	ΣP	% Coverage
1a	7269174	9805824	74.13
1b	7274497	9805824	74.19
1c	7796657	9805824	79.51
2a	6822472	9805824	69.58
2b	7793958	9805824	79.48
2c	7387423	9805824	75.34
3a	6980888	9805824	71.2
3b	6574353	9805824	67.06
3c	6167818	9805824	62.92
Rata-rata			72.60

Sumber: (Olah Data, 2022).

Ukuran daun *Rhizophora mucronata* memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan jenis lainnya dan pembentukan kanopi oleh spesies *Rhizophora mucronata* adalah percabangan bertingkat yang pendek sehingga luas tutupan kanopinya menjadi sempit dan cenderung membentuk percabangan tidak normal (Purnama, Pribadi, & Soenardjo, 2020). Menurut Pretzsch (2015) semakin besar luas tumpang daun maka akan semakin rapat tutupan kanopi, hal ini yang menyebabkan perbedaan spesies juga akan memiliki perbedaan pada luas tumpang daunnya.

4.2.6. Karakteristik Sedimen

Sedimentasi dapat diartikan sebagai suatu peristiwa adanya pengendapan material batuan yang terangkut oleh tenaga air ataupun angin. Prediksi laju sedimentasi atau sedimentation rate sangat diperlukan serta berguna sebagai penunjuk kondisi lingkungan yang ada pada suatu lokasi serta beberapa permasalahan lainnya yang ada di lokasi terkait. Terdapat beberapa karakteristik dari sedimentasi yang terbagi atas ukuran (*size*), bentuk (*shape*), berat volume (*specific weight*), berat jenis (*specific gravity*) dan kecepatan jatuh (*fall velocity*) (Hade Mulyadi, 2019).

Susunan jenis dan kerapatan vegetasi mangrove sangat dipengaruhi oleh jenis substrat di bawahnya. Substrat dikatakan sesuai untuk pertumbuhan mangrove akan ditandai dengan banyaknya tegakan vegetasi yang memenuhi area ekosistem mangrove. Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat pasir, lumpur maupun batu karang. Namun sebagian besar mangrove ditemukan di daerah pantai, berlumpur, laguna, delta sungai, dan estuaria atau teluk (Hade Mulyadi, 2019). Hasil analisis substrat ekosistem mangrove di Perairan Ekosistem Mangrove Pantai Permata Pilang menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki sedimen yang terdiri atas pasir dan lumpur dengan persentase yang bervariasi. Diameter ukuran butir suatu partikel menandakan keberadaan partikel dari jenis yang berbeda, perbedaan daya tahan terhadap proses pelapukan.

Berdasarkan hasil pengolahan sedimen ekosistem mangrove di Perairan Ekosistem Mangrove Pantai Permata Pilang (tabel 8) menunjukkan jenis fraksi sedimen didominasi oleh pasir sangat halus (*very fine sand*) dengan persentase fraksi sebesar 40,94% sedangkan jenis fraksi sedimen paling rendah adalah lumpur sangat halus (*mud*) dengan persentase fraksi sebesar 0,33%. Jenis vegetasi mangrove untuk sedimen pasir sangat halus - berlumpur adalah *Avicennia alba*, *Sonneratia caseolaris* dan *Rhizophora sp.*

Tabel 14. Hasil Olah Data Sedimen Mangrove.

	pi	Berat Loyang	Berat Loyang+Bera t Kering	Berat Kering	Jenis Fraksi	% Fraksi	% Kumulatif
Berat sampel = 500 gr	-3	406	408.1	2.1	Pebbles Gravel	0.42	0.42
	-2	409	414.97	5.97	Pebbles Gravel	1.19	1.61
	-1	381	395.85	14.85	Granules Gravel	2.97	4.58
	0	333	351.54	18.54	Very Coarse Sand	3.71	8.29
	1	306	333.81	27.81	Coarse Sand	5.56	13.85
	2	281	314.67	33.67	Medium Sand	6.73	20.59
	3	270	460.71	190.71	Fine Sand	38.14	58.73
	4	276	480.68	204.68	Very Fine Sand	40.94	99.67
	pan	247	248.67	1.67	Mud	0.33	100.00
			TOTAL	500		100	

Sumber: (Olah Data, 2022).

Selanjutnya setelah menghitung persentase fraksi dan persentase kumulatif, dihitung skewness. Skewness dapat menunjukkan arah dominan ukuran butir dari suatu populasi tersebut. Dominan tersebut dapat berupa simetri, condong ke arah sedimen berbutir kasar maupun condong ke arah sedimen berbutir halus. Sehingga skewness dapat berfungsi untuk mengetahui dinamika sedimentasi (Rey Harvey Suello, 2022).

Nilai skewness terbagi menjadi positif dan negatif. Skewness positif menunjukkan suatu populasi sedimen condong berbutir halus. Sebaliknya, skewness negatif menunjukkan suatu populasi sedimen condong berbutir kasar. Secara rinci klasifikasi skewness adalah sebagai berikut:

Tabel 15. Klasifikasi Nilai Skewness.

Nilai	Keterangan
+ 1,0 s.d + 0,3	condong sangat halus (<i>very fine skewed</i>)
+0,3 s. d +0,1	condong halus (<i>fine skewed</i>)
+0,1 s.d -0,1	simetris (<i>symmetrical</i>)
-0,1 s.d -0,3	condong kasar (<i>coarse skewed</i>)
> -0,3	condong sangat kasar (<i>very coarse skewed</i>)

Sumber: (Hade Mulyadi, 2019).

Berdasarkan hasil tabel klasifikasi tersebut skewness dari sedimen ekosistem mangrove di Perairan Ekosistem Mangrove

Pantai Permata Pilang menunjukkan angka 1,42 yang termasuk condong sangat halus (*very fine skewed*). Substrat sedimen semakin ke arah pantai maupun teluk ukuran butir yang diperoleh akan semakin halus. Hal tersebut menunjukkan bahwa sumber sedimen telah mengalami proses transportasi hingga akhirnya mengalami pengendapan (Efe, 2020).

4.2.7. Kualitas Perairan

Proses pertumbuhan mangrove pada setiap lokasi dipengaruhi oleh kualitas perairan. Faktor perairan yang mempengaruhi pertumbuhan mangrove yaitu suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan salinitas. Hasil pengamatan kualitas perairan pada ekosistem mangrove di Permata Pilang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 16. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan.

Parameter	Satuan	Stasiun			Nilai Rata-rata	Baku Mutu
		1	2	3		
Suhu	°C	32,4	31.6	31.5	31.6	28-32
pH	-	8.5	8.5	8.6	8.5	7-8.5
Salinitas	ppt	31.2	32	29.2	30.8	0-34
DO	mg/L	7.3	7.4	8.2	7.6	>5

Sumber: (Olah Data, 2022) dan (KEPMENLH, 2004).

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan serta sebaran jenis mangrove pada suatu ekosistem pesisir (Nontji, 2005). Suhu berperan dalam mengendalikan suatu kondisi ekosistem dan perubahan suhu berpengaruh pada proses fisik, kimia dan biologi perairan (Schaduw, 2018). Kenaikan suhu banyak dipengaruhi oleh beberapa proses salah satunya yaitu intensitas atau cahaya matahari yang masuk ke perairan semakin banyak cahaya yang mengenai perairan maka suhu air laut akan semakin meningkat yang dapat mengakibatkan proses pengadukan air sehingga oksigen menjadi tidak merata sehingga lapisan dasar menjadi anaerob (Baigo Hamuna, 2018).

Suhu tertinggi dari hasil pengukuran yaitu 32,8 °C dan terendah yaitu 31,2 °C. Adanya perbedaan suhu di masing-masing stasiun dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari terhadap kolom air dan adanya penutupan oleh kanopi mangrove di titik pengambilan sampel air (Schaduw, 2018). Nilai rata-rata dari pengukuran suhu yaitu 31,2 °C dimana nilai tersebut sesuai dengan KepMen LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Perairan untuk pertumbuhan dan kehidupan mangrove yang berkisar antara 28-32 °C. Tingginya nilai suhu permukaan laut pada estuari Pantai Permata Pilang Probolinggo disebabkan karena kedalaman perairan yang dangkal sehingga pemanasan lebih intensif dan pengambilan data dilakukan saat siang hari dimana intensitas radiasi matahari tinggi. Kondisi suhu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti proses penguapan air laut, tingkat kelembapan udara, aliran air, waktu pengukuran, kedalaman suatu perairan, suhu udara dan intensitas radiasi matahari (Ridwan Wailisa, 2022).

b. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) atau konsentrasi Ion Hidrogen menunjukkan derajat keasaman atau kebasahan air laut. Nilai pH mengindikasikan sifat air yakni netral, basa, atau asam. Air dengan pH kurang dari 7 termasuk asam dan lebih dari 7 termasuk basa. Kondisi perairan yang sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi (Baigo Hamuna, 2018). Nilai pH penting karena hewan atau mikroorganisme dalam air laut membutuhkan kondisi pH tertentu apakah bersifat asam atau basa untuk hidup.

Hasil pengukuran memperoleh nilai yang berbeda dari setiap stasiun. Nilai rata-rata pH yaitu 8,5 dimana nilai tersebut sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

c. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut dan berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka semakin besar pula tekanan osmotiknya. Salinitas dinyatakan dalam permil (‰) atau ppt atau gram/liter. Salinitas berperan terhadap keberlangsungan sumber daya hayati di perairan laut dan berpengaruh langsung terhadap proses osmoregulasi (Schaduw, 2018).

Hasil nilai rata-rata dari pengukuran salinitas yaitu 30,9 ‰ dimana nilai tersebut sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk pertumbuhan dan kehidupan mangrove. Salinitas yang tinggi (> 35 ‰) dapat berpengaruh buruk bagi vegetasi mangrove, karena dampak dari tekanan osmotik yang negatif (Bengen D. G., 2002). Perubahan salinitas secara spasial tidak berpengaruh langsung terhadap vegetasi tetapi dapat membahayakan biota lain yang berasosiasi dengan vegetasi. Peningkatan salinitas dapat menyebabkan kematian bagi biota termasuk fitoplankton sebagai penghasil oksigen, akibatnya kandungan oksigen terlarut di perairan dapat mengalami penurunan (Erny Poedjirahardjo, 2017).

d. Oksigen Terlarut / *Dissolved Oxygen* (DO)

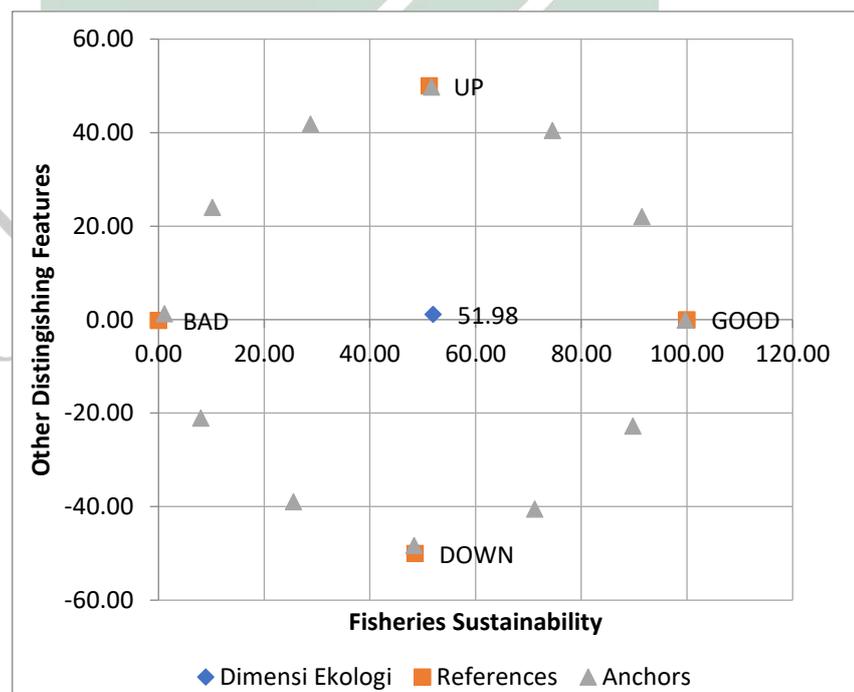
Hasil pengukuran mendapatkan nilai rata-rata 7,8 mg/L. Nilai DO perairan ekosistem ini cukup baik karena masih dalam kisaran baku mutu. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*) merupakan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air, dan merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Oksigen terlarut (DO) dalam air sangat dibutuhkan untuk menentukan kelayakan bagi kehidupan organisme dalam air. Nilai DO yang semakin tinggi mengindikasikan oksigen cukup tersedia dalam air dan memiliki kualitas yang baik (Schaduw, 2018).

4.3. Analisis Keberlanjutan Setiap Dimensi

Penilaian tingkat keberlanjutan pengelolaan mangrove mangrove Permata Pilang dilakukan dengan menggunakan *Rapid Appraisal for Fisheries* (RAPFISH) berbasis *multidimensional scaling* (MDS). Dimensi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dimensi ekologi, dimensi sosial dan dimensi ekonomi. Indikator dimensi ekologi adalah nilai kerapatan mangrove, penutupan mangrove, substrat sedimen, kualitas air laut, dan keanekaragaman jenis mangrove. Sedangkan indikator dimensi sosial dan ekonomi adalah pengetahuan, sikap, persepsi, partisipasi, pendapatan rata-rata, dan pemanfaatan dari pengelolaan mangrove. Setiap indikator memiliki skoring penilaian yang berbeda dalam mencerminkan tingkat keberlanjutannya. Berdasarkan penilain akan didapatkan hasil penilaian keberlanjutan dalam skala ordinasi dengan kategori tidak berkelanjutan (0 - 25), kurang berkelanjutan (25 - 50), cukup berkelanjutan (50 - 75), kategori berkelanjutan (75 - 100) (Pitcher, 2004).

4.3.1. Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi

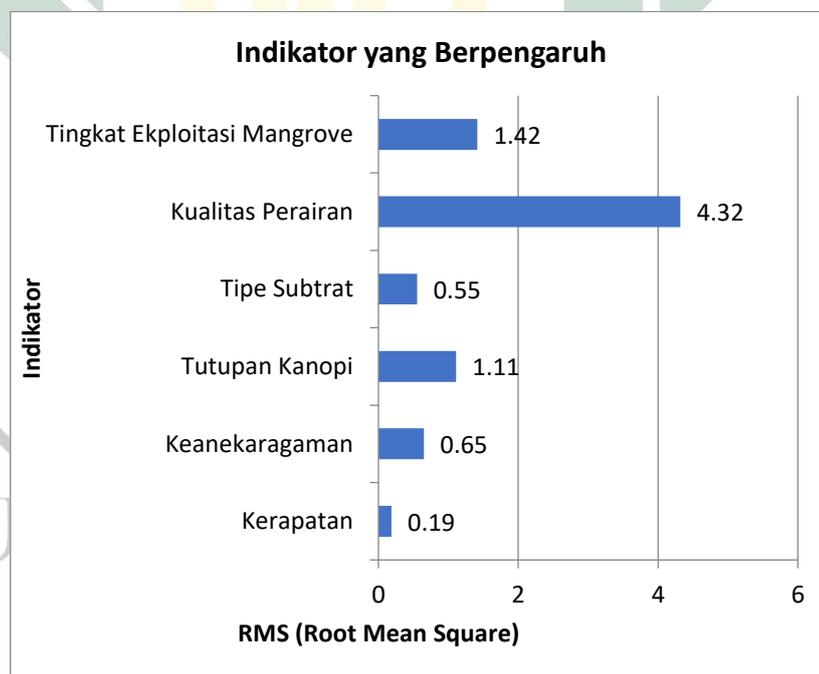
Dimensi ekologi merupakan cerminan dari baik buruknya lingkungan sumber daya mangrove. Berikut merupakan hasil indeks keberlanjutan dimensi ekologi:



Gambar 19. Diagram Indeks Keberlanjutan Dimensi Ekologi.

Berdasarkan hasil analisis RAPFISH terhadap enam indikator dalam dimensi ekologi menunjukkan bahwa nilai indeks keberlanjutan dimensi ekologi sebesar 51,98 dan termasuk kategori cukup berkelanjutan menurut baku mutu status keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove. Tingkat keberlanjutan terhadap dimensi ekologi cenderung meningkat, hal ini ditunjukkan pada sumbu x yang menunjukkan nilai positif yaitu 1,15.

Selanjutnya dilakukan *leverage analysis* yang tujuannya untuk mengetahui indikator yang paling berpengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan. Pada *leverage analysis* akan diperoleh nilai *Root Mean Square* (RMS) dari masing-masing indikator. Indikator yang memiliki nilai RMS paling besar, merupakan indikator yang memiliki pengaruh besar terhadap nilai indeks keberlanjutan pada dimensi ekologi. Hasil *leverage analysis* aspek dimensi ekologi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 20. Hasil Analisis Leverage Dimensi Ekologi.

Hasil analisis *leverage* (sensitivitas) pada dimensi ekologi dari nilai RMS indikator dari yang terbesar hingga terkecil yakni kualitas perairan (4,32), tingkat eksploitasi mangrove (1,42),

tutupan kanopi (1,11), keanekaragaman (0,65), tipe substrat (0,55) dan kerapatan (0,19).

Proses untuk mengetahui apakah indikator aspek keberlanjutan cukup akurat (mendekati kondisi yang sebenarnya) dan tidak perlu untuk mengadakan penambahan indikator, dapat dilakukan dengan melihat besaran nilai stress dan nilai koefisien determinasi (R^2). Jika nilai stress lebih kecil dari 0,25 atau 25% dan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati nilai 1,0 atau 100%, maka tingkat keakuratan hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan (Pitcher, 2004). Hasil analisis menggunakan Rap-MDS diperoleh bahwa nilai stress mencapai 0,15 atau 15% dan R^2 sebesar 0,93 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh mendekati kondisi sebenarnya.

Indikator yang dapat mempengaruhi keberlanjutan dimensi ekologi berdasarkan hasil *leverage analysis* adalah kualitas perairan, tingkat eksploitasi mangrove danutupan kanopi mangrove. Kondisi kualitas perairan dalam kondisi baik dan sesuai dengan baku mutu untuk ekosistem mangrove. Apabila tidak ada penanganan terhadap kualitas air, maka akan berdampak pada pertumbuhan mangrove. Tingkat eksploitasi mangrove tergolong rendah karena masyarakat hanya memanfaatkan buah dari *Avicennia sp* untuk membuat kopi mangrove. Eksploitasi mangrove oleh masyarakat jika dilakukan secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan dalam jangka panjang (Rismawaty Rusdi, 2020). Tutupan kanopi mangrove merupakan indikator penentuan kerusakan mangrove. Nilai tutupan mangrove termasuk dalam kategori sedang, namun apabila tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan penurunan tingkat tutupan hingga kerusakan lahan mangrove (Setyowati, 2019).

Analisis *Monte Carlo* tujuannya untuk mengetahui besarnya faktor kesalahan dalam analisis keberlanjutan, yang berasal dari perbedaan penilaian tiap responden terhadap indikator, kesalahan memasukkan data, dan data yang kurang lengkap atau hilang

(Kavanagh, 2001). Hasil analisis indeks keberlanjutan *Monte Carlo* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 17. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Ekologi.

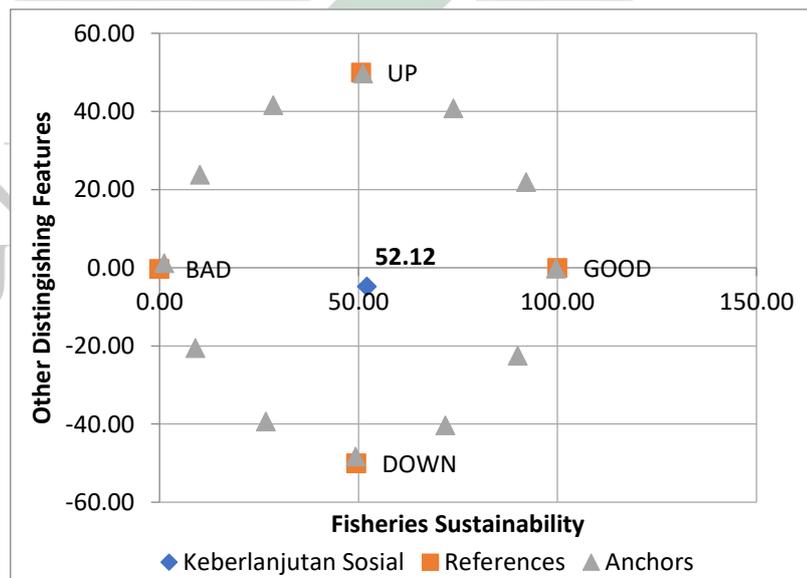
Indeks (%)		Selisih
MDS	Monte Carlo	
51,98	51,33	0.58

Sumber: (Olah Data, 2022).

Berdasarkan hasil analisis *Monte Carlo* pada selang kepercayaan 95% didapatkan hasil yang tidak banyak mengalami perbedaan (kurang dari 1) antara hasil analisis *Monte Carlo* dan hasil analisis MDS. Kecilnya perbedaan nilai indeks keberlanjutan antara hasil analisis metode MDS dengan analisis *monte carlo* mengindikasikan bahwa kesalahan dalam pembuatan skor setiap indikator relatif kecil, variasi pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, proses analisis yang dilakukan secara berulang-ulang stabil dan kesalahan pemasukan data dan data yang hilang dapat dihindari (Kavanagh, 2001).

4.3.2. Status Keberlanjutan Dimensi Sosial

Dimensi sosial merupakan dimensi yang juga berpengaruh terhadap keberlanjutan ekosistem mangrove. Kehidupan masyarakat pesisir sangat bergantung pada keberadaan ekosistem mangrove.

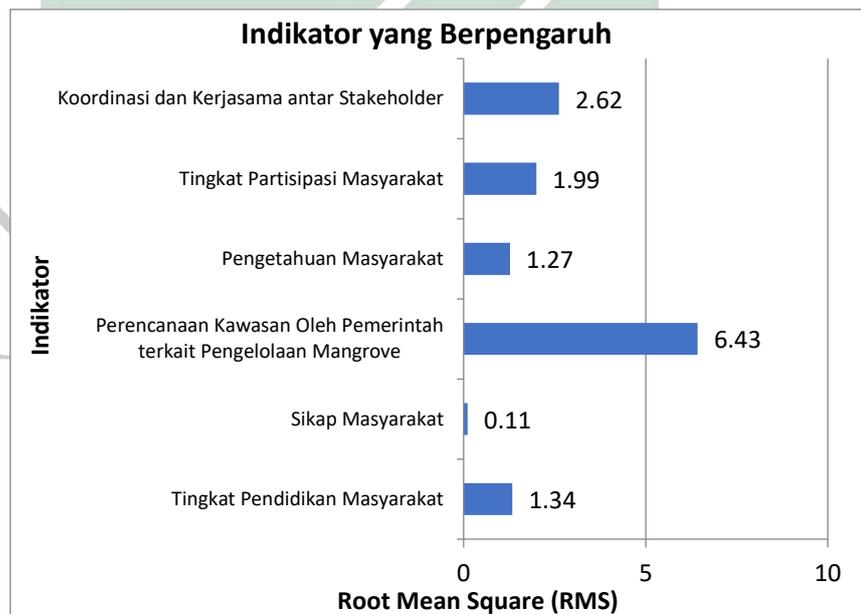


Gambar 21. Diagram Indeks Keberlanjutan Sosial.

Berdasarkan hasil analisis nilai indeks keberlanjutan dimensi sosial sebesar 52,12 dan termasuk kategori cukup berkelanjutan menurut baku mutu status keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove. Tingkat keberlanjutan dimensi sosial cenderung mengalami peningkatan, hal ini ditunjukkan pada sumbu x yang bernilai positif yaitu 1,10.

Hasil *leverage analysis* yang tujuannya untuk mengetahui indikator yang paling berpengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan. Pada *leverage analysis* akan diperoleh nilai *Root Mean Square* (RMS) dari masing-masing indikator.

Indikator yang memiliki nilai RMS paling besar, merupakan indikator yang memiliki pengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan pada dimensi sosial. Hasil analisis *leverage* (sensitivitas) dimensi sosial dari nilai RMS indikator dari yang terbesar hingga terkecil yakni perencanaan kawasan oleh pemerintah terkait pengelolaan mangrove (6,43) koordinasi dan kerjasama antar stakeholder (2,62), tingkat partisipasi masyarakat (1,99), tingkat pendidikan masyarakat (1,34), pengetahuan masyarakat (1,27) dan sikap masyarakat (0,11).



Gambar 22. Hasil Analisis Leverage Dimensi Sosial.

Proses untuk mengetahui apakah indikator aspek keberlanjutan yang dikaji cukup akurat (mendekati kondisi yang sebenarnya) dan tidak perlu untuk mengadakan penambahan indikator, dapat dilakukan dengan melihat besaran nilai *stress* dan nilai koefisien determinasi (R^2). Jika nilai *stress* lebih kecil dari 0,25 atau 25% dan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati nilai 1,0 atau 100%, maka tingkat keakuratan hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan (Pitcher, 2004). Hasil analisis menggunakan Rap-MDS diperoleh bahwa nilai *stress* mencapai 0,16 atau 16% dan R^2 sebesar 0,93 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh mendekati kondisi sebenarnya.

Indikator yang dapat mempengaruhi kecenderungan penurunan berdasarkan hasil *leverage analysis* adalah perencanaan kawasan oleh pemerintah terkait pengelolaan mangrove, koordinasi antar stakeholder dan tingkat partisipasi masyarakat. Perencanaan kawasan untuk pengelolaan dan pengembangan mangrove dalam tahap survei dan perencanaan oleh Pemerintah Kota Probolinggo, maka dari itu perencanaan kawasan untuk pengembangan mangrove harus terus dikembangkan supaya pengelolaan mangrove dapat berkembang dengan baik. Koordinasi dan kerjasama antar stakeholder menjadi indikator yang mempengaruhi tingkat keberlanjutan dimensi sosial. Stakeholder seperti POKMASWAS dan POKDARWIS Permata Pilang serta Dinas Perikanan harus meningkatkan kerjasama dalam hal untuk meningkatkan pengelolaan ekosistem mangrove. Keterlibatan stakeholder melalui berbagai program yang relevan dengan tujuan pengelolaan mangrove berkelanjutan perlu ditingkatkan, terutama dalam hal pengambilan keputusan supaya benar-benar dapat memberikan kontribusi dan tindakan langsung dalam hal pengelolaan mangrove. Tingkat partisipasi masyarakat sekitar kawasan mangrove dinilai masih rendah. Masyarakat beranggapan bahwa pengelolaan mangrove merupakan tanggungjawab POKMASWAS dan

POKDARWIS serta dinas terkait. Keterlibatan masyarakat melalui berbagai program seperti penanaman mangrove hanya diikuti oleh POKMASWAS dan POKDARWIS Permata Pilang. Keterlibatan masyarakat terutama dalam hal perencanaan dan pengembangan pengelolaan ekosistem mangrove perlu ditingkatkan supaya pengelolaan mangrove kedepan semakin baik (Endang Karlina, 2016).

Analisis *Monte Carlo* tujuannya untuk mengetahui besarnya faktor kesalahan dalam analisis keberlanjutan, yang berasal dari perbedaan penilaian tiap responden terhadap indikator, kesalahan memasukkan data, dan data yang kurang lengkap atau hilang (Kavanagh, 2001). Hasil analisa indeks keberlanjutan *Monte Carlo* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 18. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Sosial.

Indeks (%)		Selisih
MDS	Monte Carlo	
52,12	51,33	0,48

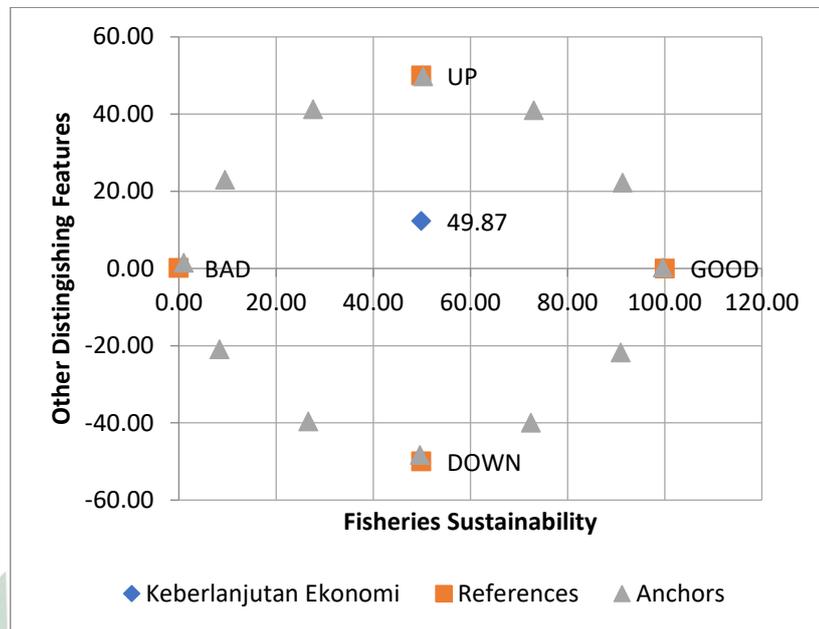
Sumber: (Olah Data, 2022)

Berdasarkan hasil analisis *Monte Carlo* pada selang kepercayaan 95% didapatkan hasil yang tidak banyak mengalami perbedaan (kurang dari 1) antara hasil analisis *Monte Carlo* dan hasil analisis MDS. Kecilnya perbedaan nilai indeks keberlanjutan antara hasil analisis metode MDS dengan analisis *monte carlo* mengindikasikan bahwa kesalahan dalam pembuatan skor setiap indikator relatif kecil, variasi pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, proses analisis yang dilakukan secara berulang-ulang stabil dan kesalahan pemasukan data dan data yang hilang dapat dihindari (Kavanagh, 2001).

4.3.3. Status Keberlanjutan Dimensi Ekonomi

Dimensi ekonomi merupakan dimensi yang juga berpengaruh terhadap keberlanjutan ekosistem mangrove. Kehidupan masyarakat pesisir sangat bergantung pada keberadaan

ekosistem mangrove. Berikut merupakan hasil indeks keberlanjutan dimensi ekologi:



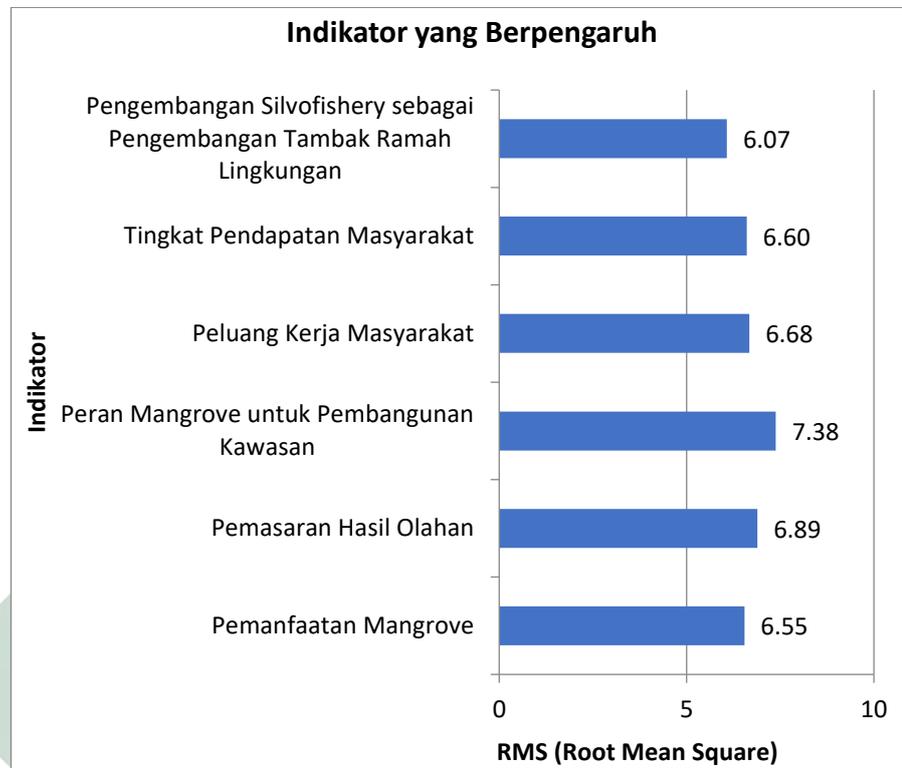
Gambar 23. Diagram Keberlanjutan Dimensi Ekonomi.

Berdasarkan hasil analisis RAPFISH nilai indeks keberlanjutan dimensi ekonomi sebesar 49,87 dan termasuk kategori kurang berkelanjutan menurut baku mutu status keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove. Tingkat keberlanjutan dimensi ekonomi cenderung mengalami peningkatan, hal ini ditunjukkan pada sumbu x yang bernilai positif yaitu 12,30.

Selanjutnya dilakukan *leverage analysis* yang tujuannya untuk mengetahui indikator yang paling berpengaruh terhadap nilai indeks keberlanjutan. Pada *leverage analysis* akan diperoleh nilai *Root Mean Square* (RMS) dari masing-masing indikator. Indikator yang memiliki nilai RMS paling besar, merupakan indikator yang memiliki pengaruh besar terhadap nilai indeks keberlanjutan pada dimensi ekonomi.

Hasil analisis *leverage* (sensitivitas) pada dimensi ekonomi dari nilai RMS indikator dari yang terbesar hingga terkecil yaitu peran mangrove untuk pembangunan kawasan (7,38), Pemasaran hasil olahan (6,89), peluang kerja masyarakat (6,68), tingkat pendapatan masyarakat (6,60), pemanfaatan mangrove (6,55) dan

pengembangan silvofishery sebagai pengembangan tambak ramah lingkungan (6,07).



Gambar 24. Hasil Analisis Leverage Dimensi Ekonomi.

Proses untuk mengetahui apakah indikator keberlanjutan yang dikaji cukup akurat (mendekati kondisi yang sebenarnya) dan tidak perlu untuk mengadakan penambahan indikator, dapat dilakukan dengan melihat besaran nilai stress dan nilai koefisien determinasi (R^2). Jika nilai stress lebih kecil dari 0,25 atau 25% dan nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati nilai 1,0 atau 100%, maka tingkat keakuratan hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan (Pitcher, 2004). Hasil analisis menggunakan Rap-MDS diperoleh bahwa nilai stress mencapai 0,15 atau 15% dan R^2 sebesar 0,94 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh mendekati kondisi sebenarnya. Hasil *leverage analysis* aspek teknis dan lingkungan dapat dilihat pada gambar berikut:

Indikator yang dapat mempengaruhi keberlanjutan mangrove pada dimensi ekonomi berdasarkan hasil *leverage analysis* adalah peran mangrove untuk pembangunan kawasan.

Salah satu dukungan pendanaan *Corporate Social Responsibility* (CSR) juga sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan hutan mangrove di mangrove Permata Pilang pada dimensi ekonomi. Upaya rehabilitasi hutan mangrove saat ini salah satunya terkendala masalah dana, khususnya dalam pengembangan kawasan. Jika faktor pendanaan tersedia, maka upaya pengelolaan dan pemanfaatan hutan mangrove oleh masyarakat dan pihak pengelola akan berjalan dengan baik (Kuvaini, Hidayat, Kusmana, & Basuni, 2019). Pemasaran hasil olahan bergantung pada kondisi ekosistem mangrove. Mangrove Permata Pilang memiliki kondisi yang cukup baik sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Keberlanjutan dimensi ekonomi harus ditingkatkan karena hal tersebut berpengaruh terhadap tingkat kesejahteraan masyarakat yang perlu diperhatikan terutama kesejahteraan masyarakat sekitar yang kehidupan sehari-hari bergantung pada ekosistem mangrove. Pengelolaan ekosistem mangrove bertujuan untuk menciptakan ekosistem yang produktif dan berkelanjutan. Pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil meliputi kegiatan perencanaan, pemanfaatan, pengawasan dan pengendalian. Salah satu indikator tercapainya pengembangan program pengelolaan wilayah pesisir di suatu wilayah adalah keberadaan mangrove yang sesuai dengan kaidah fungsinya (Noveliana, 2016).

Analisis *Monte Carlo* tujuannya untuk mengetahui besarnya faktor kesalahan dalam analisis keberlanjutan, yang berasal dari perbedaan penilaian tiap responden terhadap indikator, kesalahan memasukkan data, dan data yang kurang lengkap atau hilang (Kavanagh, 2001). Hasil analisis indeks keberlanjutan *Monte Carlo* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 19. Nilai indeks keberlanjutan MDS dan Monte Carlo Dimensi Ekonomi.

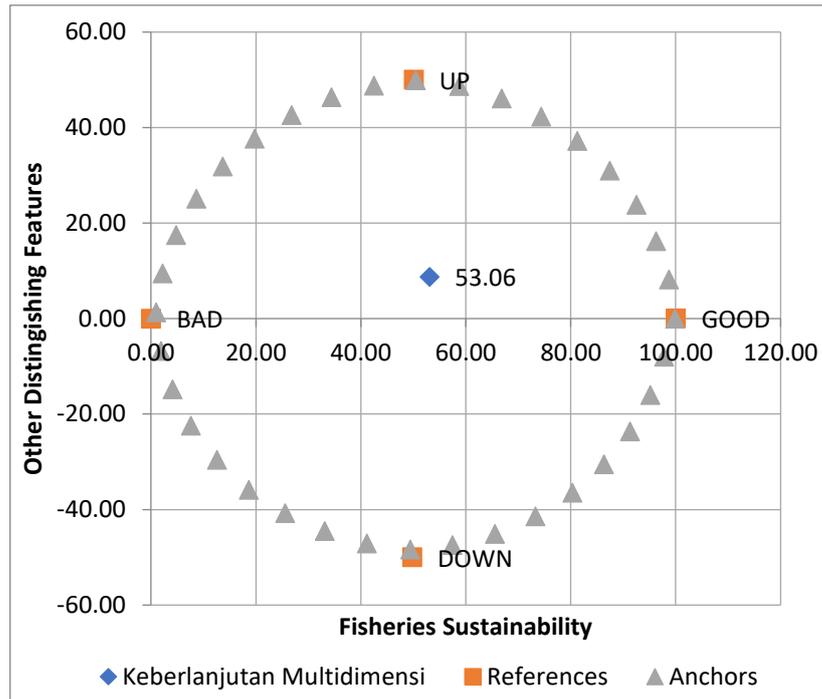
Indeks (%)		Selisih
MDS	Monte Carlo	
49,87	49,26	0,61

Sumber: (Olah Data, 2022)

Berdasarkan hasil analisis *Monte Carlo* pada selang kepercayaan 95% didapatkan hasil yang tidak banyak mengalami perbedaan (kurang dari 1) antara hasil analisis *Monte Carlo* dan hasil analisis MDS. Kecilnya perbedaan nilai indeks keberlanjutan antara hasil analisis metode MDS dengan analisis *monte carlo* mengindikasikan bahwa kesalahan dalam pembuatan skor setiap indikator relatif kecil, variasi pemberian skor akibat perbedaan opini relatif kecil, proses analisis yang dilakukan secara berulang-ulang stabil dan kesalahan pemasukan data dan data yang hilang dapat dihindari (Kavanagh, 2001).

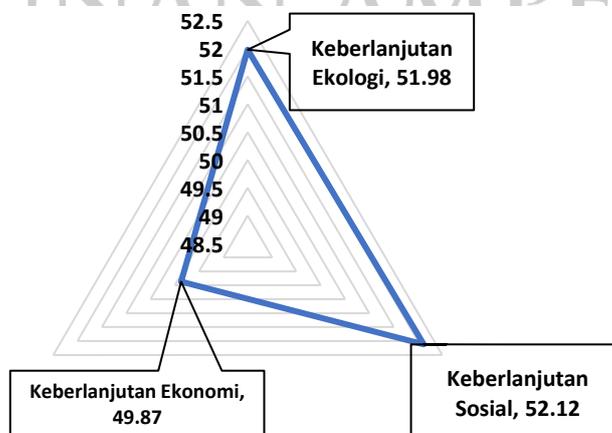
4.4. Status Keberlanjutan Multidimensi Pengelolaan Ekosistem Mangrove

Analisis multidimensi dilakukan dengan cara menggabungkan seluruh dimensi ekologi, sosial dan ekonomi. Analisis multidimensi dilakukan untuk mengetahui dimensi mana yang perlu diperbaiki guna mencapai pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa indeks keberlanjutan multidimensi sebesar 53,06 dan termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan menurut baku mutu tingkat keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove. Tingkat keberlanjutan multidimensi cenderung mengalami peningkatan karena nilai sumbu x yang bernilai positif yaitu 3,03. Nilai indeks keberlanjutan tertinggi terdapat pada dimensi sosial dengan nilai 52,12. Sedangkan nilai indeks keberlanjutan terendah terdapat pada dimensi ekonomi dengan nilai 49,87. Status keberlanjutan pada setiap dimensi yang belum berkelanjutan perlu diperbaiki agar dapat mengalami peningkatan dalam proses pengelolaan dan dimensi yang sudah berkelanjutan harus dapat dipertahankan (Pattimahu, Kastanya, & Papilaya, 2017). Berikut merupakan hasil indeks keberlanjutan multi dimensi pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang:



Gambar 25. Diagram Keberlanjutan Multidimensi.

Berdasarkan (Gambar 25) dari ketiga dimensi terdapat dua dimensi termasuk kategori cukup berkelanjutan yaitu dimensi ekologi dan dimensi sosial. Sedangkan dimensi ekonomi termasuk kategori kurang berkelanjutan. Dimensi sosial memiliki nilai indeks yang paling baik sedangkan dimensi ekonomi memiliki nilai indeks terburuk. Dalam konsep pembangunan berkelanjutan bukan berarti semua nilai indeks harus memiliki nilai yang sangat besar, tetapi dalam berbagai kondisi daerah tentu memiliki prioritas dimensi yang lebih dominan untuk menjadi perhatian (Pattimahu, Kastanya, & Papilaya, 2017).



Gambar 26. Indeks Keberlanjutan Multidimensi Pengelolaan Ekosistem Mangrove.

4.4.1. Strategi Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berkelanjutan

Pengelolaan ekosistem mangrove berkelanjutan merupakan bentuk upaya sebagai perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan lestari melalui proses terintegrasi untuk mencapai keberlanjutan fungsi-fungsi ekosistem mangrove bagi kesejahteraan masyarakat (Peraturan Presiden RI No 73 Tahun 2012). Indikator sensitif dari seluruh dimensi (Tabel 20) menjadi prioritas dalam pengambilan kebijakan pengelolaan. Perbaikan keberlanjutan ekosistem mangrove dapat dilakukan dengan memperbaiki atribut sensitif dari masing-masing dimensi.

Tabel 20. Atribut Sensitif atau Berpengaruh pada Setiap Dimensi.

Dimensi	Indikator Sensitif
Ekologi	Kualitas perairan
	Tingkat Eksploitasi mangrove
	Tutupan Kanopi
Sosial	Perencanaan Kawasan oleh pemerintah terkait pengelolaan mangrove
	Koordinasi dan kerjasama antar stakeholder
	Tingkat partisipasi masyarakat
Ekonomi	Peran mangrove untuk pembangunan kawasan
	Pemasaran hasil olahan mangrove
	Peluang kerja masyarakat

Sumber: (Olah Data, 2022).

Pengambilan kebijakan pada indikator dengan kriteria skor baik adalah dengan mempertahankan kondisi yang ada, sedangkan pengambilan kebijakan pada atribut dengan kriteria skor buruk adalah dengan melakukan perbaikan agar dapat meningkatkan status keberlanjutan dari dimensi terkait (Noveliyana, 2016). Berdasarkan indikator sensitif diatas, maka disusun rekomendasi strategi pengelolaan yang dapat diterapkan untuk menjaga dan meningkatkan keberlanjutan pengelolaan ekosistem mangrove Permata Pilang.

a. Strategi Dimensi Ekologi

Status keberlanjutan dimensi ekologi termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Indikator sensitif atau yang berpengaruh dalam dimensi ekologi di antaranya yaitu kualitas perairan, tingkat eksploitasi mangrove dan tutupan kanopi. Eksploitasi sumber daya mangrove yang tidak didasarkan

kepentingan ekologis dapat mengancam keberlanjutan ekosistem mangrove. Kegiatan rehabilitasi mangrove dapat dilakukan sebagai salah satu upaya untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi ekologi mangrove. Keberhasilan rehabilitasi mangrove ditentukan oleh beberapa faktor seperti partisipasi masyarakat sekitar. Tanpa adanya upaya pemeliharaan atau perlindungan tanaman secara terus menerus, maka upaya rehabilitasi mangrove kecil kemungkinannya akan berhasil (Noveliana, 2016). Maka dari itu, rehabilitasi dan konservasi mangrove membutuhkan pengawasan, partisipasi penduduk lokal dan pemeliharaan secara berkelanjutan. Strategi pengelolaan ekosistem mangrove untuk dimensi ekologi di antaranya:

1. Melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap kualitas perairan sekitar ekosistem mangrove supaya kondisi kualitas perairan sesuai dengan baku mutu pertumbuhan mangrove menurut KepMen LH Nomor 201 Tahun 2004.
2. Perlindungan dan peningkatan rehabilitasi ekosistem mangrove yang bertujuan untuk mempertahankan kerapatan dan tutupan kanopi dalam batas baku mutu yaitu berada pada kategori baik berdasarkan KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004.
3. Melakukan kegiatan monitoring dan tidak melakukan eksploitasi secara berlebihan terhadap ekosistem mangrove agar kondisi ekologi tetap terjaga dengan baik.

b. Strategi Dimensi Sosial

Status keberlanjutan dimensi sosial termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan. Adapun indikator yang berpengaruh dalam dimensi sosial di antaranya yaitu Perencanaan kawasan oleh pemerintah terkait pengelolaan mangrove, koordinasi dan kerjasama antar stakeholder dan tingkat partisipasi masyarakat. Partisipasi masyarakat dalam

pengelolaan ekosistem mangrove masih rendah. Keberadaan usaha pelestarian hutan bukan hanya bergantung pada ada tidaknya partisipasi pemerintah dan masyarakat, tetapi sangat bergantung pada tinggi rendahnya tingkat partisipasi tersebut. Kesadaran yang baik akan mempengaruhi tingkat partisipasi karena kemampuan menerima informasi dan keinginan untuk memperbaiki masa depan dan meningkatkan perekonomian.

Strategi pengelolaan ekosistem mangrove untuk dimensi sosial yaitu:

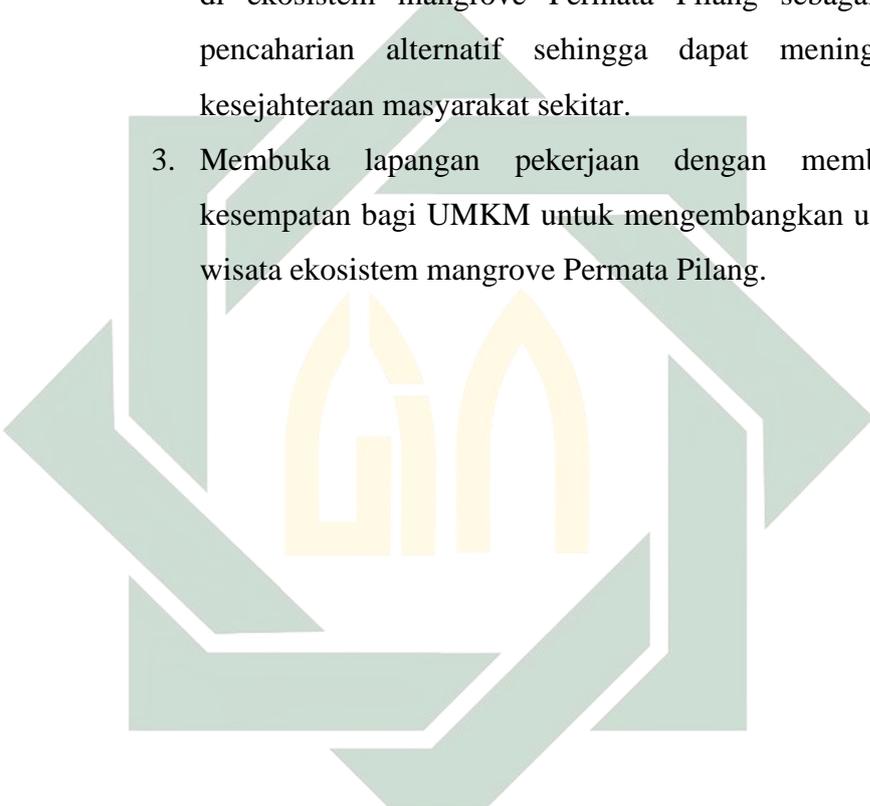
1. Perencanaan kawasan untuk mengembangkan pengelolaan mangrove harus direalisasikan. Akses menuju lokasi Pantai Permata Pilang perlu diperbaiki agar perjalanan menuju lokasi lebih mudah dan terjangkau. Kemudian pada lokasi Pantai Permata Pilang disediakan tempat parkir khusus agar lebih tertata dengan baik.
2. Pemerintah dalam hal ini dinas terkait bekerjasama dengan POKMASWAS dan POKDARWIS meningkatkan penyuluhan dan pelatihan agar dapat meningkatkan kepedulian dan partisipasi masyarakat dalam mengelola dan menjaga kondisi ekosistem mangrove.

c. Strategi Dimensi Ekonomi

Dimensi ekonomi termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan. Indikator sensitif pada dimensi ekonomi yaitu peran mangrove terhadap pembangunan kawasan, pemasaran hasil olahan mangrove dan peluang kerja masyarakat menjadi prioritas dalam proses penyusunan strategi keberlanjutan. Pemanfaatan sumber daya secara langsung harus ditata sedemikian rupa melalui cara-cara yang berkelanjutan. Usaha untuk melakukan konservasi memberikan manfaat ekonomi jangka panjang kepada masyarakat lokal.

Strategi pengelolaan ekosistem mangrove untuk dimensi ekonomi yaitu:

1. Memperbaiki dan mengoptimalkan lahan mangrove agar tingkat produksi mengalami peningkatan setiap tahunnya tanpa mengabaikan kelestarian lingkungan. Pemasaran hasil olahan mangrove terus diperbaiki supaya bisa diproduksi kemudian dipasarkan dalam skala nasional.
2. Mengembangkan potensi sumber daya alam yang terdapat di ekosistem mangrove Permata Pilang sebagai mata pencaharian alternatif sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.
3. Membuka lapangan pekerjaan dengan memberikan kesempatan bagi UMKM untuk mengembangkan usaha di wisata ekosistem mangrove Permata Pilang.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Kondisi ekologi mangrove Permata Pilang yaitu ditemukan lima jenis mangrove yaitu *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris* dan *Rhizophora mucronata*. Kerapatan mangrove Permata Pilang sebesar 1156 ind/Ha termasuk dalam kategori sedang. Indeks keanekaragaman termasuk dalam kategori sedang dengan nilai 1,39 yang menunjukkan produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologis sedang. Tutupan kanopi mangrove yaitu 72,60% yang menunjukkan bahwa status kondisi hutan mangrove dalam kondisi sedang dengan kerapatan 1000 - 1500 ind/Ha berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004.
2. Tingkat keberlanjutan pengelolaan mangrove Permata Pilang pada dimensi ekologi cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 51,98. Kemudian pada dimensi sosial cukup berkelanjutan dengan nilai 52,12. Sedangkan pada dimensi ekonomi kurang berkelanjutan dengan nilai 49,87.
3. Tingkat keberlanjutan multidimensi pengelolaan mangrove Permata Pilang adalah cukup berkelanjutan dengan nilai indeks keberlanjutan 53,06 dan cenderung mengalami peningkatan. Strategi dimensi ekologi yaitu melakukan pengendalian kualitas perairan, rehabilitasi dan monitoring serta tidak melakukan eksploitasi berlebihan agar kondisi ekologi terjaga dengan baik. Strategi dimensi sosial yaitu perencanaan kawasan mangrove segera direalisasikan agar kawasan mangrove terkelola dengan baik dan stakeholder meningkatkan penyuluhan dan pelatihan untuk meningkatkan kepedulian masyarakat dalam menjaga ekosistem mangrove. Strategi dimensi ekonomi yaitu mengoptimalkan lahan mangrove untuk meningkatkan produksi hasil olahan mangrove, mengembangkan potensi sumber daya alam sebagai mata pencaharian alternatif dan membuka lapangan pekerjaan

dengan memberikan kesempatan bagi UMKM untuk mengembangkan usaha di wisata ekosistem mangrove Permata Pilang sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar.

5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dimensi ekonomi termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan. Maka terdapat beberapa saran untuk meningkatkan dimensi ekonomi yaitu:
 - a. Pengunjung disarankan membayar tiket masuk kawasan ekowisata dimana dana yang terkumpul digunakan untuk pengembangan pengelolaan kawasan ekosistem mangrove.
 - b. Memanfaatkan media sosial sebagai *branding* atau untuk memperkenalkan ekowisata mangrove Pantai Permata Pilang sehingga lebih banyak dikenal masyarakat umum.
2. Pengembangan sumber daya manusia terutama dalam hal pengelolaan kawasan ekosistem mangrove.
3. Koordinasi antar dinas terkait dengan stakeholder harus ditingkatkan agar efektif sehingga tercipta pengelolaan mangrove yang berkelanjutan.
4. Rekomendasi strategi yang diberikan perlu didiskusikan kembali dengan masyarakat dan stakeholder terkait untuk mencapai kesepakatan dalam pengelolaan ekosistem mangrove Pantai Permata Pilang.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

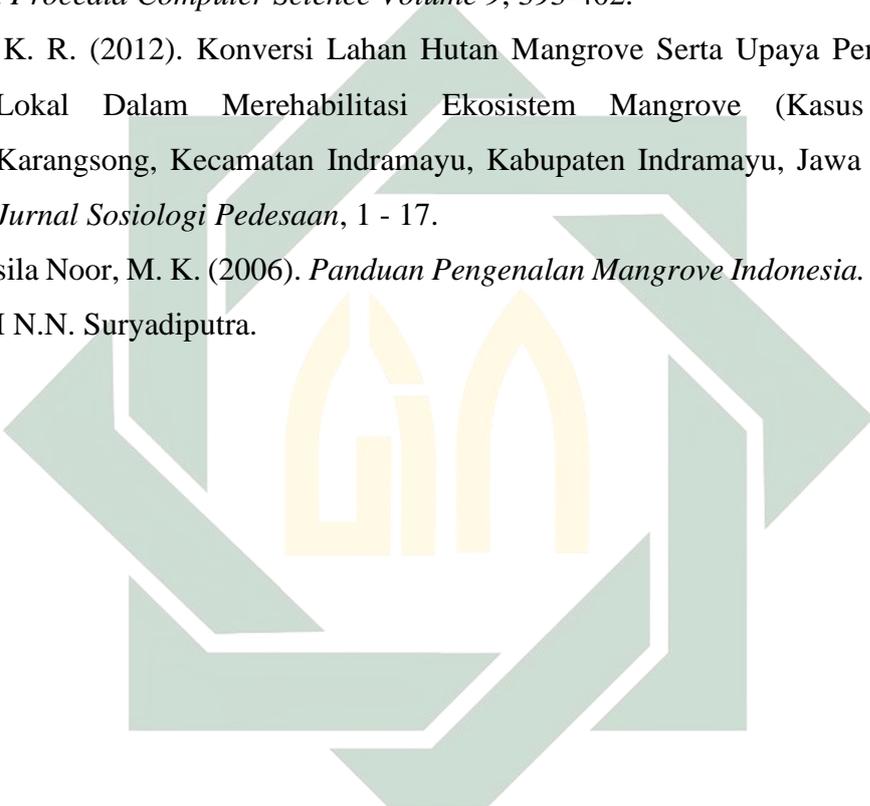
- Afifudin, M. J. (2019). Analisis Vegetasi Hutan Mangrove dan Serapan CO² di Kecamatan Tongas Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. *Jurnal of Marine Science*.
- Alder, J., Pitcher, T. J., Preikshot, D., & Kaschner, K. (2000). How Good is Good?: A Rapid Appraisal Technique for Evaluation of the Sustainability Status of Fisheries of the North Atlantic. *Fisheries Center Research Reports* 8(2), 136 - 182.
- Arif Budi Wibowo, S. A. (2015). Status Keberlanjutan Dimensi Ekologi dalam Pengembangan Kawasan Minapolitan Bekelanjutan Berbasis Perikanan Budidaya Air Tawar di Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*.
- Baderan, D. W. (2016). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Mangrove di Kawasan Pesisir Tabulo Selatan, Kabupaten Bualemo, Provinsi Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*, 41-44.
- Baigo Hamuna, R. H. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Baksir, A., Mutmainnah, & Akbar, N. (2018). Penilaian Kondisi Menggunakan Metode Hemispherical Photography pada Ekosistem Mangrove di Pesisir Desa Minaluli, Kecamatan Mangoli Utara, Kabupaten Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Sumber daya Akuatik Indopasifik*, Vol. 2 No. 2, 69-71.
- Bengen, D. G. (2002). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor: Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan.
- Bengen, D. G. (2000). *Sinopsis Ekosistem Dan Sumber daya Wilayah Pesisir*. Bogor: Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan IPB.
- BPS Kota Probolinggo. (2021). *Kecamatan Kademangan Dalam Angka 2021*. Kota Probolinggo: BPS.
- Cici Khairunnisa, E. T. (2020). Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Desa Dusun Besar Kecamatan Pulau Maya Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Hutan Lestari*, 325-336.

- Desmukh. (1992). *Ekologi dan Biologi Tropika*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Dharmawan, I. W., & Pramudji. (2014). *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove (LIPI-COREMAP CTI)*. Bogor: PT. Sarana Komunikasi Utama.
- Edy Saputra, H. H. (2022). Assessing the Sustainability of Mangrove Forest Ecosystem Management by Coastal Community in Jaring Halus Village, North Sumatra, Indonesia. *BIODIVERSITAS*.
- Efe, U. (2020). Mangrove Growth Dynamics and Sediment Relations in South Western Nigeria. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*.
- Effendi, A. I. (2016). Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemara Lombok Barat. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala 1,1* , 105-112.
- Endy Handayani, S. N. (2015). Analyzing the Sustainability of Mangrove Management with Wanamina System Analyzing the Sustainability of Mangrove Management with Wanamina System . *Scholars Academic Journal of Biosciences (SAJB)* .
- Erny Poedjirahajoe, D. M. (2017). Penggunaan Principal Component Analysis dalam Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Pantai Utara Pemalang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 29-42.
- FAO. (2007). The World's Mangroves 1980-2005. *FAO Forestry Paper*.
- Farid, A. Y. (2021). Evaluasi Keberlanjutan Ekosistem Mangrove Menggunakan RAPFISH di Desa Ujung Piring Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*.
- George L. Pandeiro, A. P. (2020). Analisis Struktur Komunitas Mangrove di Kawasan Sekitar Pt. Conch Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis Vol 8 No, 2*.
- Hade Mulyadi, M. D. (2019). Sebaran Fraksi Sedimen Dasar Permukaan di Perairan Pantai Perairan Pantai. *Dinamika Lingkungan Indonesia*.
- Hasrat, A. (2014). Status Keberlanjutan Pengelolaan Perikanan Budidaya di Pulau - pulau Kecil Makassar. *Jurnal Managemen Perikanan dan Kelautan*.
- Indra Asman, C. F. (2020). Struktur Komunitas Mangrove di Desa Lesah, Kecamatan Tagulandang, Kabupaten Sitaro. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis Vol 8 No.2*.

- John S. Kominoski, C. A. (2021). Coastal carbon processing rates increase with mangrove cover following a hurricane in Texas, USA. *ECOSPHERE JOURNAL*.
- Karlina, E., Kusuma, C., & Marimin. (2016). Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Lindung Mangrove di Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Analisis Kebijakan Volume 13 No. 3*, 201 - 2019.
- Kavanagh, P. (2001). *Rapid Appraisal of Fisheries (RAPFISH) Project*. Canada: University of British Columbia.
- Kementerian Kehutanan. (2011). *Rencana Kehutanan Tingkat Nasional (RKTN)*. Jakarta: Jakarta.
- KEPMENLH. (2004). Baku Mutu Air Laut. *Menteri Negara Lingkungan Hidup*.
- Kuvaini, A., Hidayat, A., Kusmana, C., & Basuni, S. (2019). Teknik Penilaian Multidimensi untuk Mengevaluasi Keberlanjutan Pengelolaan Hutan Mangrove di Pulau Kangean Provinsi Jawa Timur. *JURNAL WILAYAH DAN LINGKUNGAN Volume 7 Nomor 3*, 137 - 152.
- Marhayudi, P. (2006). Model Pengelolaan Sumber Daya Hutan Bekelanjutan di Wilayah Perbatasan Kalimantan Barat. *Disertasi*.
- Mukherjee, N., Sutherland, W. J., Dicks, L., & Huge', J. (2016). Ecosystem Service Valuations of Mangrove Ecosystems to Inform Decision Making and Future Valuation Exercises. *PLOSS ONE*.
- Musianto. (2002). Perbedaan Pendekatan Kuantitatif dengan Pendekatan Kualitatif dalam Metode Penelitian. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*.
- Nella Tri Agustini, Z. T. (2016). Struktur Komunitas Mangrove di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano Vol. 1 No. 1*, 19-31.
- Nontji, A. (2005). *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.
- Noor, Y. R. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: Programme.
- Noveliana, Y. (2016). *Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berkelanjutan di Pesisir Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten*. Bogor: IPB.
- Pattimahu, D. V., Kastanya, A., & Papilaya, P. E. (2017). Sustainable Mangrove Forest Management Analysis (a case study from Dusun Taman Jaya, West

- Seram Regency, Maluku). *International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 24*, 14895-14900.
- Pitcher, P. K. (2004). *Implementing Microsoft Excel Software for Rapfish : A Technique for The Rapid Appraisal of Fisheries Status*. Canada: University of British Columbia, Fisheries Centre Research Reports 12(2). ISSN 1198-672.
- Purnobasuki, H. (2005). *Tinjauan Perspektif Hutan Mangrove*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Rahmat, P. S. (2009). Penelitian Kualitatif. *Equilibrium*.
- Rey Harvey Suello, S. L. (2022). Mangrove Sediment Organic Carbon Storage and Sources in Relation to Forest Age and Position along a Deltaic Salinity Gradient. *Biogeosciences*.
- Ridwan Wailisa, J. D. (2022). Analisis Kualitas Air di Hutan Mangrove Pesisir Negeri Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Hutan Pulau-pulau Kecil*.
- Rismawaty Rusdi, I. S. (2020). Kajian Potensi dan Pengelolaan Berkelanjutan Ekosistem Mangrove Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Vol 12 No. 1*, 119-133.
- Rudhi Pribadi, E. D. (2020). Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove di Ayau dan Ayau Kepulauan, Kabupaten Raja Ampat. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal Vol 37 No 2*, 106-111.
- Schaduw, J. N. (2015). KEBERLANJUTAN PENGELOLAAN EKOSISTEM MANGROVE PULAU MANTEHAGE, KECAMATAN WORI, KABUPATEN MINAHASA UTARA PROVINSI SULAWESI UTARA. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi Volume 2 Nomor 2*, 60 -70.
- Schaduw, J. N. (2018). Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*.
- Schaduw, J. N. (2019). Struktur Komunitas dan Persentase Penutupan Kanopi Mangrove Pulau Salawati Kabupaten Kepulauan Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Majalah Geografi Indonesia Vol. 33*, 26-34.

- Schaduw, J. N. (2020). Management Strategy Mangrove Ecosystem Based On Multi Criteria Decision Making Analysis (Case In Bunaken Island, Manado, Indonesia). *Jurnal Ilmiah Platax Vol. 8:(1)*.
- Setyowati, R. T. (2019). *Strategi Pengelolaan Mangrove di Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya*. Surabaya: ITS.
- Seung-Hee Bae, J. Q. (2012). Adaptive Interpolation of Multidimensional Scaling . *Procedia Computer Science Volume 9*, 393-402.
- Sunito, K. R. (2012). Konversi Lahan Hutan Mangrove Serta Upaya Penduduk Lokal Dalam Merehabilitasi Ekosistem Mangrove (Kasus Desa Karangsong, Kecamatan Indramayu, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat). *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 1 - 17.
- Yus Rusila Noor, M. K. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove Indonesia*. Bogor: I N.N. Suryadiputra.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A