

## KONDISI KESEHATAN MANGROVE DI EKOSISTEM MANGROVE PULAU SERANGAN, BALI

**Tariqoh Syah, Ni Made Ernawati<sup>\*</sup>, Nyoman Dati Pertami**

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan,

Universitas Udayana

\*Email: [ernawati@unud.ac.id](mailto:ernawati@unud.ac.id)

### ABSTRACT

#### **Mangrove Health Condition in Mangrove Ecosystem of Serangan Island, Bali**

Mangrove communities that grow and live on small islands have a fairly important role ecologically, physically, and socio-economically. One effort to maintain the sustainability of mangroves is to measure the quality of mangrove health using the Mangrove Health Index (MHI) analysis. This study aimed to determine the health conditions of mangroves in the Serangan Island Mangrove Ecosystem. The study was conducted from August to October 2024. The determination of the research location used the purposive sampling method. The study was conducted at 5 observation stations with each station consisting of 3 plots. The technique of collecting mangrove vegetation data used the quadratic transect method on a  $10 \times 10 \text{ m}^2$  transect. The method of collecting canopy cover data used the Hemispherical Photography method. Data analysis used the Mangrove Health Index (MHI) equation. The results of the study showed that the MHI value in the Serangan Island mangrove ecosystem was classified as moderate with a value of 52.55%. Moderate mangrove health conditions indicate fairly good canopy cover, density, and tree trunk diameter. However, it is necessary to improve the quality of the mangrove environment so that mangroves can grow optimally.

**Keywords:** canopy cover; density; mangrove health index; serangan island

### 1. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove Pulau Serangan merupakan salah satu kawasan hutan mangrove yang termasuk ke dalam kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai yang telah ditetapkan pada tanggal 25 September 1993 berdasarkan SK. Menhut No.544/Kpts-II/1993. Kawasan mangrove Pulau Serangan memiliki luasan sebesar 98 ha atau sekitar 0,5 % dari kawasan hutan lindung di Bali dengan rincian kawasan mangrove di Kelurahan Serangan sebesar 65 ha, dan 33 ha di PT. Bali Turtle Island Development (BTID) (Artha *et al.*, 2019). Luasan mangrove tersebut merupakan dampak dari fenomena reklamasi Pulau Serangan oleh PT. BTID pada tahun 1995. Reklamasi telah mengubah luas Pulau Serangan dari 111 ha menjadi 481 ha dan membagi zona kepemilikan lahan antara

wilayah pemukiman penduduk dan wilayah PT. BTID.

Berdasarkan UU No. 1 Tahun 2014, Pulau Serangan termasuk dalam pulau kecil dengan luas lahannya yang kurang dari  $2.000 \text{ km}^2$ . Sebagai pulau kecil, keberadaan ekosistem mangrove yang tidak terlalu luas tersebut sangat berdampak terhadap keberadaan Pulau Serangan. Vegetasi mangrove yang tumbuh di sekitar pulau kecil berperan penting baik dari segi fisik, ekologi, hingga sosial ekonomi (Nurdiansah & Dharmawan, 2021). Beberapa peran penting mangrove pada pulau kecil yaitu melindungi wilayah pesisir dan daratan dari gelombang, arus, intrusi air laut, dan erosi, serta meningkatkan kapasitas penyesuaian suatu pulau terhadap bencana alam (Subur, 2016).

Berbagai peran yang dimiliki oleh mangrove menunjukkan bahwa keberadaan ekosistem mangrove di suatu wilayah sangat penting. Kondisi ekosistem mangrove di

suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh kondisi kesehatan komunitas mangrove (Dharmawan & Pramudji, 2017). Kerusakan ekosistem mangrove dapat berdampak bagi kualitas ekosistem pesisir yang berakibat buruk pada lingkungan dan masyarakat di sekitarnya (Indrazora *et al.*, 2024). Ernawati & Dewi (2016) menyebutkan berbagai aktivitas di sekitar mangrove Pulau Serangan seperti pemukiman, pariwisata, dan perikanan yang dapat mengintervensi kawasan mangrove sehingga memicu kerentanan pada kualitas lingkungannya. Oleh karena itu, perlu diketahui kondisi kesehatan komunitas mangrove sehingga keberadaan Pulau Serangan tetap terjaga.

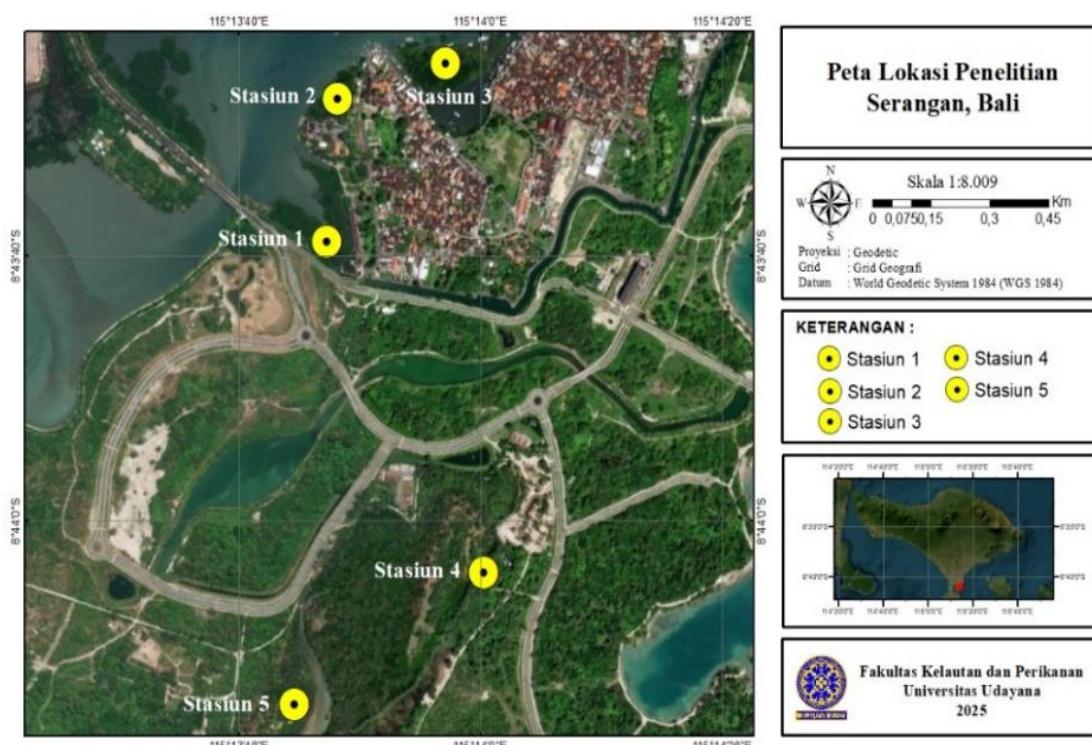
Salah satu cara untuk mempertahankan kondisi kualitas mangrove yaitu dengan melakukan pengukuran kondisi kesehatan mangrove menggunakan analisis *Mangrove Health Index* (MHI). Parameter MHI terdiri dari tutupan kanopi, diameter batang pohon, dan jumlah pancang per luas area. MHI dapat digunakan untuk menentukan kesehatan

mangrove yang kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kondisi mangrove yaitu *poor*, *moderate*, dan *excellent* (Dharmawan *et al.*, 2020). Mengingat besarnya peran serta pentingnya ekosistem mangrove dalam melindungi suatu wilayah, maka penelitian kondisi kesehatan mangrove di Pulau Serangan sangat perlu untuk dilakukan.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2024. Pengambilan data dilakukan di ekosistem mangrove Pulau Serangan, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Penentuan stasiun penelitian menggunakan metode *purposive sampling*, dimana terdapat 5 stasiun yang memiliki karakteristik berbeda (Tabel 1). Masing-masing stasiun terdiri dari 3 plot, sehingga total plot yang diamati berjumlah 15 plot (Gambar 1).



Gambar 1.  
Peta Lokasi Penelitian

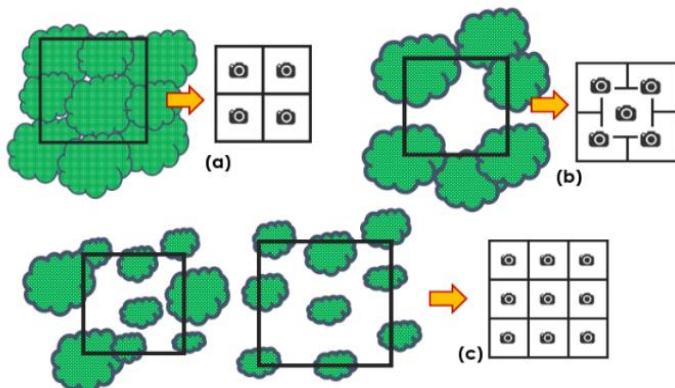
Tabel 1. Karakteristik Stasiun Penelitian

Stasiun	Lokasi	Titik Koordinat	Karakteristik
1	Kel. Serangan (Banjar Dukuh)	S: 8.727457 E: 115.229515	Terdapat warung-warung kecil dan dekat dengan jalan utama.
2	Kel. Serangan (Banjar Dukuh)	S: 8.723251 E: 115.232430	Terdapat rumah makan apung.
3	Kel. Serangan (Banjar Peken)	S: 8.723515 E: 115.233383	Terdapat rumah makan apung, aktivitas nelayan, kegiatan pariwisata, dan lalu lintas kapal.
4	Kawasan BTID (Pura Patpayung)	S: 8.734278 E: 115.233333	Terdapat aktivitas keagamaan pura dan jarang dijangkau.
5	Kawasan BTID (Pura Beji Tirtha Harum)	S: 8.739167 E: 115.227861	Terdapat aktivitas keagamaan pura dan jarang dijangkau.

## 2.2 Pengambilan Data Vegetasi Mangrove

Data vegetasi mangrove yang diambil meliputi identifikasi jenis mangrove, jumlah tegakan, lingkar batang pohon, dan foto tutupan kanopi. Pengambilan data dilakukan menggunakan metode transek kuadrat pada plot berukuran  $10 \times 10 \text{ m}^2$ . Identifikasi jenis mangrove dilakukan menggunakan Buku Panduan Mangrove di Indonesia (Bali dan Lombok) (Kitamura *et al.*, 1997). Perhitungan jumlah tegakan mangrove digunakan sebagai data kerapatan. Keliling batang diukur pada seluruh tegakan yang didapatkan pada kategori pohon ( $\text{KLL} \geq 16 \text{ cm}$ ) dan pancang ( $\text{KLL} < 16 \text{ cm}$ , minimal 5 cm) (Nurdiansah & Dharmawan, 2021). Kategori semai dihitung jumlahnya dalam setiap plot area. Jarak pengukuran batang dari permukaan tanah sejauh 1,3 meter atau setinggi dada orang dewasa. Data tutupan kanopi diambil menggunakan metode

*hemispherical photography*, dengan teknik mengambil foto yang diarahkan tegak lurus ke arah langit menggunakan kamera (Dharmawan dan Pramudji, 2017). Setiap plot  $10 \times 10 \text{ m}^2$  dibagi menjadi beberapa subplot/kuadran posisi pengambilan foto tergantung dari kondisi hutan mangrove (Gambar 2). Kondisi pertama yaitu mangrove dengan kanopi yang rapat, menutupi seluruh plot, kondisi masih sangat alami, dan tegakan pohon yang tinggi, dilakukan pengambilan foto sebanyak 4 foto pada setiap plot. Kedua, mangrove dengan kanopi yang tinggi, kondisinya ada beberapa penebangan atau kondisi tutupan yang tidak sempurna menutup seluruh plot, maka dilakukan pengambilan foto sebanyak 5 foto pada setiap plot. Ketiga, jika pohon rendah, atau tutupan kanopi tidak beraturan, atau banyak penebangan, maka pengambilan foto dilakukan sebanyak 9 kali dalam setiap plot.



Gambar 2.

Posisi Pengambilan Gambar Tutupan Kanopi (Dharmawan & Pramudji, 2017)

### 2.3 Analisis Data

#### 2.3.1 Kerapatan Mangrove

Kerapatan mangrove dinilai berdasarkan kategori yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 yang tersaji dalam Tabel 2. Perhitungan kerapatan mangrove dilakukan melalui persamaan berikut:

$$Di = \frac{Ni}{A} \quad (1)$$

Dimana:

$Di$  = Kerapatan jenis ke- $i$  ( $\text{ind}/\text{m}^2$ )

$Ni$  = Jumlah individu dari jenis ke- $i$  (ind)

$A$  = Luas area total pengambilan contoh ( $\text{m}^2$ )

Tabel 2. Kriteria Penilaian Mangrove

Kriteria		Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	$\geq 1500$
	Sedang	$\geq 1000 - < 1500$
Rusak	Jarang	$< 1000$

#### 2.3.2 Tutupan Kanopi Mangrove

Analisis data tutupan kanopi dilakukan menggunakan *software image J* untuk mendapatkan nilai tutupan kanopi (P255) dengan konsep pemisahan warna pixel langit (warna putih) dan warna pixel vegetasi mangrove (warna hitam). Nilai tutupan kanopi dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut (Dharmawan dan Pramudji, 2017):

$$\% \text{ Tutupan (cover) mangrove} = \frac{P255}{\Sigma P} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

P255 = Jumlah pixel yang bernilai 255

$\Sigma P$  = Jumlah total seluruh pixel

#### 2.3.3 Diameter Batang Pohon (DBH)

Nilai diameter rata-rata batang (DBH) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syarif *et al.*, 2022):

$$DBH = CBH\pi$$

Dimana:

DBH = Diameter tegakan pohon (cm)

CBH = Keliling tegakan pohon (cm)

$\pi = 3,14$

#### 2.3.4 Mangrove Health Index (MHI)

Nilai kesehatan mangrove pada setiap plot dapat diperoleh melalui persamaan (Dharmawan, 2021):

$$Sc = 0,25 \times C - 13,06$$

$$S_{nsp} = 0,13 \times N_{sp} + 4,1$$

$$S_{dbh} = 0,45 \times DBH + 1,42$$

$$MHI (\%) = \frac{(Sc+S_{nsp}+S_{dbh})}{3} \times 10 \quad (3)$$

Dimana:

MHI = Mangrove Health Index

S = Skor

C = Presentase tutupan kanopi (%)

$N_{sp}$  = Jumlah pancang per luas area

DBH = Diameter batang (pancang+pohon) (cm)

Nilai *Mangrove Health Index* (MHI) diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu: *excellent* =  $>66,67\%$ , *moderate* = 33,33-66,67%, dan *poor* =  $<33,33\%$  (Dharmawan *et al.*, 2021).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Jenis-Jenis Mangrove yang Ditemukan

Secara menyeluruh, terdapat 5 jenis mangrove di Pulau Serangan diantaranya *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, dan *Avicennia marina*. Jenis tersebut sesuai dengan penelitian Sugiana *et al.* (2022) bahwa tiga genera mangrove yang mendominasi di Teluk Benoa ialah *Sonneratia*, *Rhizophora*, dan *Bruguiera*. Jenis mangrove yang ditemukan tersebar sesuai dengan zonasi dan karakteristik masing-masing stasiun yang tersaji pada Tabel 3. Wilayah yang didominasi oleh *Sonneratia* umumnya berada di bagian mangrove yang menghadap langsung ke laut, begitu juga dengan *Rhizophora* yang terletak di belakang zona *Sonneratia*, sementara *Bruguiera* dan *Ceriops* lebih banyak tumbuh di area dekat daratan dengan luasan yang relatif lebih kecil. Jenis *Avicennia* hanya ditemukan pada satu stasiun yang letaknya bercampur dengan jenis *Rhizophora*.

Tabel 3. Jenis-Jenis Mangrove yang Ditemukan

No	Stasiun	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	<i>Ceriops Tagal</i>	<i>Sonneratia Alba</i>	<i>Avicennia marina</i>
1	Stasiun 1	+	+	-	-	+	+
2	Stasiun 2	+	-	-	-	+	-
3	Stasiun 3	+	+	-	-	+	-
4	Stasiun 4	-	-	+	+	-	-
5	Stasiun 5	+	+	+	-	+	-

### 3.2 Struktur Tegakan Mangrove

Struktur tegakan mangrove yang dihitung dan diukur terdiri dari kerapatan pohon, kerapatan anakan, kerapatan semai, diameter batang, dan tutupan kanopi mangrove yang disajikan pada Tabel 4. Kerapatan pohon mangrove di Pulau Serangan berkisar antara  $1.267 \pm 351$ - $2.867 \pm 208$  ind/ha. Nilai kerapatan pohon tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan nilai  $2.867 \pm 208$  ind/ha. Tingginya nilai kerapatan di stasiun 3 disebabkan oleh jumlah tegakan pohon yang cukup banyak mencapai 86 individu dalam 3 plot yang masing-masing berukuran  $10 \times 10$  m<sup>2</sup>. Sebaliknya, kerapatan pohon terendah ditemukan pada stasiun 4 yang disebabkan oleh mendominasinya mangrove ukuran anakan dan semai. Menurut Abubakar *et al.* (2022), kerapatan mangrove dipengaruhi oleh jarak pohon, jumlah individu, dan luas area penelitian. Semakin banyak jumlah individu, maka semakin tinggi pula nilai kerapatannya.

Berbeda halnya dengan ukuran pohon, ukuran anakan memiliki nilai kerapatan yang lebih bervariasi yang berkisar antara 0- $3600 \pm 1411$  ind/ha. Perbedaan nilai kerapatan anakan yang cukup signifikan antar stasiun dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan sekitarnya. Kerapatan anakan mangrove tertinggi terdapat pada stasiun 4 yang diduga merupakan daerah baru tempat bertumbuhnya mangrove sehingga didominasi oleh mangrove ukuran anakan dan semai. Hal serupa ditemukan pada kerapatan semai mangrove yang berkisar antara  $0-2833 \pm 1747$  ind/ha dengan nilai kerapatan semai tertinggi juga ditemukan pada stasiun 4. Menurut Rofi'i *et al.* (2021), kerapatan tinggi pada tingkat semai dapat

terjadi karena persaingan dalam ruang, hara, dan nutrisi yang lebih kecil dibandingkan ketika telah memasuki fase sapihan atau pohon. Pada saat semai, propagul mangrove umumnya telah memiliki cadangan makanan sendiri sejak jatuh dari pohon induk dan kebutuhan haranya tidak terlalu tinggi, sehingga dapat tumbuh berdampingan dengan individu lain.

Diameter batang rata-rata berkisar antara  $4.30 \pm 0.50$ - $12.79 \pm 1.57$  cm. Ukuran diameter batang rata-rata terendah terdapat pada stasiun 4, dan tertinggi pada stasiun 1. Tinggi rendahnya diameter batang rata-rata mangrove berkorelasi dengan jenis dan ukuran mangrove yang mendominasi di masing-masing stasiun. Stasiun 4 didominasi oleh jenis mangrove *B. gymnorhiza* dan *C. tagal* dengan ukuran anakan dan semai, hal ini tentu menyebabkan rendahnya diameter batang rata-rata di stasiun tersebut. Sebaliknya, pada stasiun 1 didominasi oleh mangrove jenis *Rhizophora* ukuran pohon sehingga diameter batang rata-ratanya tinggi. Kusuma *et al.* (2016) menambahkan bahwa faktor lingkungan seperti jenis substrat dan jarak antar pohon memengaruhi pertumbuhan diameter batang, dimana semakin jauh jarak antar pohon maka semakin banyak pula intensitas cahaya matahari yang dapat diserap.

Persentase tutupan kanopi mangrove di ekosistem mangrove Pulau Serangan berkisar antara  $54,62 \pm 8.60\%$ - $84,35 \pm 6.64\%$ . Nilai persentase tutupan kanopi tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar  $84,35 \pm 6.64\%$  dan terendah terdapat pada stasiun 4 sebesar  $54,62 \pm 8.60\%$ . Tingginya persentase tutupan kanopi dipengaruhi oleh kerapatan mangrove dan jenis spesies yang mendominasi (Pamungkas *et al.*, 2023). *Rhizophora* sp.

merupakan jenis mangrove yang mendominasi di stasiun 1. Jenis mangrove *Rhizophora* sp. memiliki ukuran daun yang lebar dan besar, sehingga mampu menutupi langit-langit dengan rapat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kuncahyo *et al.* (2020) bahwa jenis *Rhizophora* sp. memiliki morfologi daun yang lebar dan ukuran daun yang dapat mencapai 9–20 cm, dengan demikian persentase tutupan kanopi

mangrove yang dihasilkan juga akan besar. Sebaliknya, rendahnya stasiun 4 dipengaruhi oleh ukuran anakan dan semai yang mendominasi. Agustini *et al.* (2016) menyatakan bahwa, nilai kerapatan yang tinggi untuk kategori anakan dan semai dapat dipengaruhi oleh nilai penutupan jenis anakan dan semai yang cenderung masih berukuran kecil dengan diameter yang kecil.

Tabel 4. Struktur Tegakan Mangrove

No	Stasiun	Kerapatan Pohon (ind/h)	Kerapatan Anakan (ind/ha)	Kerapatan Semai (ind/ha)	Diameter Batang Rata-Rata (cm)	Tutupan Kanopi (%)
1	Stasiun 1	1667± 777	0	167±1	12.79± 1.57	84.35±6 .64 %
2	Stasiun 2	2100± 500	400±2 30	0	8.83±1 .93	79.16±9 .83 %
3	Stasiun 3	2867± 208	800±4 61	300±3 00	11.99± 2.62	81.19±7 .58 %
4	Stasiun 4	1267± 351	3600± 1411	2833± 1747	4.30±0 .50	54.62±8 .60 %
5	Stasiun 5	1667± 404	200±1 15	533±4 93	11.60± 2.74	68.06±1 3.18 %

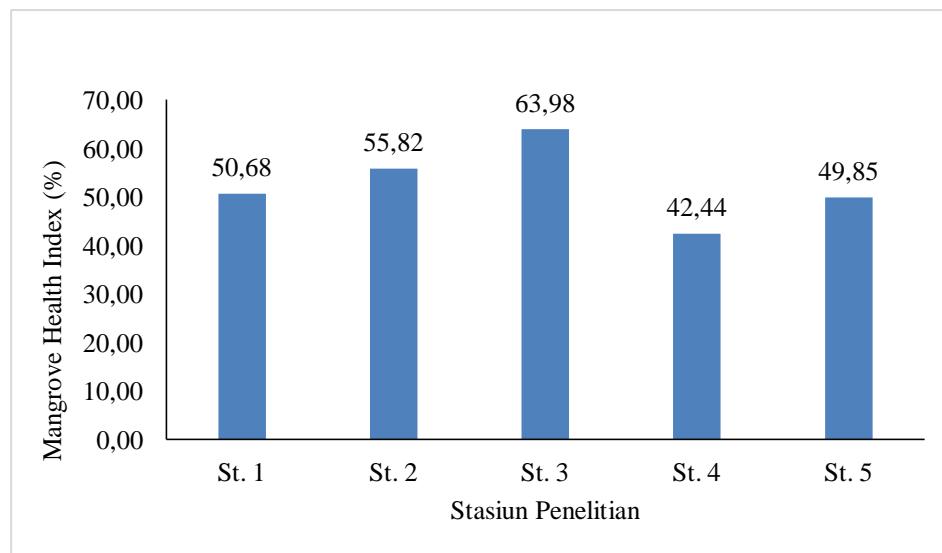
### 3.3 Indeks Kesehatan Mangrove

Kondisi kesehatan mangrove di Pulau Serangan termasuk dalam kategori sedang yang memiliki nilai rerata *Mangrove Health Index* yaitu 52,55%. Nilai kesehatan mangrove di ekosistem mangrove Pulau Serangan tidak berbeda signifikan antara satu stasiun dengan stasiun lainnya. Nilai MHI tertinggi secara berurutan terdapat pada stasiun 3 (63,98%), stasiun 2 (55,82%), stasiun 1 (50,68%), stasiun 5 (49,85%), dan stasiun 4 (42,44%) yang tersaji pada Gambar 2. Kondisi kesehatan mangrove yang sedang mengindikasikan kondisi tutupan kanopi, kerapatan pancang, dan diameter batang pohon yang cukup baik. Nilai kesehatan mangrove diperoleh dari nilai skor masing-masing komponen komunitas mangrove meliputi skor persentase tutupan kanopi (Sc), kerapatan pancang (Sns), dan diameter pancang dan pohon (Sdbh), kemudian

dihitung melalui persamaan *Mangrove Health Index*.

Tinggi rendahnya nilai MHI tiap stasiun dipengaruhi oleh karakteristik lokasi pada masing-masing stasiun. Nilai MHI tertinggi terdapat pada stasiun 3 yang dicirikan oleh kondisi tutupan kanopi, kerapatan, dan diameter batang pohon yang cukup baik. Hal ini dikarenakan lokasi stasiun 3 yang terletak di daerah pesisir dengan aktivitas masyarakat di sekitarnya, serta merupakan daerah muara dari beberapa aliran sungai. Karakteristik lokasi tersebut memungkinkan masuknya muatan organik ke ekosistem mangrove sehingga mendukung pertumbuhan mangrove (Amelia *et al.*, 2014). Mulya (2002) menjelaskan bahwa bahan organik di perairan dapat digunakan sebagai energi oleh tumbuhan dan hewan, serta dapat mempercepat dan memperlambat pertumbuhan.

Jenis mangrove yang mendominasi di stasiun 3 yaitu *Sonneratia alba* dan *Rhizophora* sp.. Kedua jenis mangrove tersebut tergolong mangrove yang memiliki adaptasi cukup tinggi terhadap kondisi lingkungan sehingga mendukung pertumbuhan yang cepat. Laili *et al.* (2018) menjelaskan bahwa genus *Sonneratia* tumbuh di perairan pesisir dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang ekstrim dengan salinitas dan suhu tinggi, serta tanah berlumpur. Lebih lanjut, jenis *Rhizophora* memiliki tingkat adaptasi yang tinggi dengan dukungan sistem perakarannya, dimana akar jenis ini menancap kuat kedalam tanah dengan banyak cabang yang memiliki pernapasan udara (Tabba *et al.*, 2015).



Gambar 2.  
*Mangrove Health Index*

Nilai MHI terendah dalam penelitian ini terdapat pada stasiun 4 dengan karakteristik lingkungan yang cukup berbeda dengan stasiun 3. Stasiun 4 terletak sangat dekat dengan daratan yang pada saat surut tidak ditemukan air, jarang terdapat aktivitas manusia, dan merupakan daerah baru tempat pertumbuhan mangrove. Kondisi tersebut memungkinkan rendahnya kandungan bahan organik pada sedimen karena rendahnya pasang surut yang ada. Hudoyo *et al.* (2021) menyatakan bahwa pasang surut dapat menyebabkan perpindahan dan pergerakan sedimen dasar yang mengandung bahan organik. Lebih lanjut, jenis mangrove yang tumbuh di stasiun 4 yaitu *Bruguierra gymnorhiza* dan *Ceriops tagal* dengan mangrove ukuran anakan dan semai yang lebih mendominasi. Mangrove anakan dan semai yang lebih mendominasi tentu mempengaruhi rerata kerapatan pohon, anakan, dan semai, diameter batang pohon, dan tutupan kanopi pada stasiun ini.

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Simpulan

Kesehatan mangrove berdasarkan *Mangrove Health Index* (MHI) di ekosistem mangrove Pulau Serangan tergolong dalam kategori sedang atau *moderate* dengan nilai

rerata 52,55%. Kondisi ini menunjukkan kesehatan mangrove tergolong baik namun belum optimal.

##### 4.2 Saran

Perlu dilakukan upaya preservasi, konservasi, dan rehabilitasi dengan menjaga kualitas lingkungan di sekitar mangrove sehingga mangrove dapat tumbuh optimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S., Rina, R., Subur, R., Susanto, A. N., Kodung, F. R. 2022. Mangrove health based on fauna Biodiversity in Bobo Village, Jailolo District, West Halmahera Regency. *Agrikan Jurnal Agribisnis Perikanan*, **15(1)**: 284-293.
- Amelia, Y., Muskananfola, M.R., Purnomo, P.W. 2014. Sebaran struktur sedimen, bahan organik, nitrat dan fosfat di Perairan Dasar Muara Morodemak. *Management of Aquatic Resources Journal*, **3 (4)**: 208-215.
- Artha, I., Utami, N.W., Gunadi, I. 2019. Studi potensi hutan mangrove di Pulau Serangan sebagai kawasan ekowisata. *Jurnal Arsitektur Lansekap*, **5 (1)**: 88-89.
- Chen, S., Chen, L., Liu, Q., Li, X., Tan, Q. 2005. Remote sensing and GIS based integrated

2016. Struktur komunitas mangrove di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*, **1 (1)**: 19-31.
- Dharmawan, I.W.E. 2021. Mangrove health index distribution on the restored post tsunami mangrove area in Biak Island, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Dharmawan, I.W.E., Pramudji. 2017. *Panduan Pemantauan Komunitas Mangrove*. Jakarta: COREMAP CTI LIPI.
- Ernawati, N.M., Dewi, A.P.W.K. 2016. Kajian kesesuaian kualitas air untuk pengembangan keramba jaring apung di Pulau Serangan, Bali. *Journal of Environmental Science*, **10(1)**: 75-80.
- Hudoyo, F., Widada, S., Maslukah, L., Rochaddi, B., Wirasatriya, A., Adi, N.S. 2021. Studi analisa pasang surut, distribusi air tanah payau dan sedimen serta pengaruhnya terhadap pola sebaran mangrove di Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, **3(4)**: 409-418.
- Indrazora, T.H., Santoso, A., Soenardjo, N. 2024. Mangrove Health Index di Kawasan Mangrove Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, **13 (4)**: 731-738.
- Kitamura, S., Anwar, C., Chaniago, A., Baba, S., 1997. *Buku Panduan Mangrove di Indonesia (Bali dan Lombok)*. Indonesia: JICA-ISME.
- Kuncahyo, I., Pribadi, R., Pratikto, I. 2020. Komposisi dan tutupan kanopi vegetasi mangrove di Perairan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Marine Research*, **9(4)**: 444-452.
- Kusuma, R.A., Kustanti, A., Hilmanto, R. 2016. Pertumbuhan riap diameter pohon bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) di Lampung Mangrove Center. *Jurnal Sylva Lestari*, **4(3)**: 97-106.
- Laili, K., Fatati, N., Inneke, P.F., Setyo, P.A., Mardi, S., Taslim, E., Sri, F. 2018. In vitro antioxidant activity of Sonneratia ovata Backer. *Research Journal of Chemistry and Environment*, **22(II)**: 146-150.
- Mulya, M.B. 2002. "Keanekaragaman dan Kelimpahan Kepiting Bakau (*Scylla* spp.) di Hutan Mangrove Suaka Margasatwa Karang Gading dan Langkat Timur" (Tesis). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nurdiansah, D., Dharmawan, I.W.E. 2021. Struktur komunitas dan kondisi kesehatan mangrove di Pulau Middleburg-Miossu, Papua Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **13 (1)**: 81-96
- Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., Dahlhausen, J., Rötzer, T., Caldentey, J., Koike, T., Con, T., Chavanne, A., Seifert, T., Toit, B., Farnden, C., Pauleit, S. 2015. Crown size and growing space requirement of common tree species in Urban Centres, Parks, and Forests. *Urban Forestry and Urban Greening*, **14(3)**: 466-479.
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., dan Marsono, D. 2021. Keanekaragaman dan pola sebaran jenis mangrove di SPTN Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan*, **14 (3)**: 210-222.
- Subur, R. 2016. Kapasitas adaptif ekosistem mangrove di Pulau-Pulau Kecil (Studi di Gugus Pulau Guraici) Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara. *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil*; Maluku Utara, Hlm 86-94.
- Sugiana, I.P., Andiani, A.A.E., Dewi, I.G.A.I.P., Karang, I.W.G.A., As-Syakur, A.R., Dharmawan, I.W.E. 2022. Spatial Distribution of Mangrove Health Index on Three Genera Dominated Zoned in Benoa Bay, Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, **23 (7)**: 3407-3418.
- Tabba, S., Wahyuni, N.I., Mokodompit, H.S. 2015. Komposisi dan Struktur Vegetasi Mangrove Tiwoho di Kawasan Taman Nasional Bunaken. *Jurnal Wasian*, **2(2)**: 95-103.