



JURNAL SEGARA

<http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara>

ISSN : 1907-0659

e-ISSN : 2461-1166

DOI : 10.15578/segara.v20i2.17723

INDEKS KESEHATAN MANGROVE DI KELURAHAN SEGARAJAYA KECAMATAN TARUMAJAYA KABUPATEN BEKASI, JAWA BARAT

MANGROVE HEALTH INDEKS IN SEGARAJAYA VILLAGE TARUMAJAYA DISTRICT BEKASI REGENCY, WEST JAVA

Riza Rizkiah, Suko Wardono, Dwi Rosalina*, Endy Handayani, Muhammad Yusuf, R. Moh. Ismail, Budi Sulistiyo, Amdani, Angelina Yohana Romauli

Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Karawang 41315, Indonesia

Kata Kunci: DBH, Kerapatan pancang, Tutupan kanopi.

Keywords: DBH, Stake density, Canopy cover.

Received: 13 Agustus 2025
Accepted: 20 Oktober 2025
Published: 14 Desember 2025

ABSTRAK. Hutan mangrove merupakan vegetasi yang tumbuh dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove memiliki peran penting secara ekologis, fisik, dan ekonomis. Namun, tanpa pengelolaan yang bijak, ekosistem ini rentan mengalami kerusakan. Hutan mangrove di Kelurahan Segarajaya, Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat menghadapiancaman akibat aktivitas manusia, seperti pembukaan lahan budidaya ikan tanpa mempertahankan vegetasi mangrove, serta pencemaran dari sampah plastik dan limbah domestik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kesehatan mangrove berdasarkan dua aspek, yaitu: (1) parameter MHI yang mencakup tutupan kanopi, kerapatan individu, dan diameter batang; serta (2) parameter lingkungan meliputi salinitas, suhu air dan udara, pH tanah, dan jenis substrat. Metode yang digunakan adalah *Mangrove Health Index* (MHI) dengan menghitung parameter tutupan kanopi, kerapatan pancang, dan diameter rata-rata batang setinggi dada, dan parameter lingkungan (salinitas, suhu air dan udara, pH tanah, dan substrat) yang dilakukan pada 25 Februari-20 April 2025. Lokasi pengamatan dibagi menjadi tiga Stasiun. Stasiun 1 ditemukan spesies *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, dan *Sonneratia caseolaris*. Stasiun 2 ditumbuhi *Bruguiera gymnorhiza* dan *Sonneratia caseolaris*, sedangkan Stasiun 3 hanya terdapat *Avicennia marina*. Hasil perhitungan nilai MHI menunjukkan kondisi hutan mangrove berada dalam kategori moderate atau sedang dengan rata-rata nilai MHI 61,78%. Stasiun 1 sebesar 62,69%, Stasiun 2 sebesar 61,63%, dan Stasiun 3 sebesar 61,02%. Nilai rata-rata parameter lingkungan meliputi salinitas 30,44‰, suhu air 27,94°C, suhu udara 30,89°C, pH tanah 7,33, serta substrat berupa lempung berpasir, dan lumpur. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kondisi kesehatan mangrove kepada pembaca dan menjadi dasar dalam upaya pengelolaan dan perlindungan hutan mangrove.

Corresponding author:
Dwi Rosalina
Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Karawang, Indonesia.
E-mail:
yrs.angelina@gmail.com

Copyright © 2025

ABSTRACT. Mangrove forests are types of vegetation that grow under the influence of the rising and falling sea water. They play a crucial role ecologically, physically, and economically. However, without proper management, this ecosystem is at risk of harm. In Segarajaya Village, Tarumajaya District, Bekasi Regency, West Java, mangrove forests are threatened by human activities, such as clearing land for fish farming without preserving mangrove vegetation, along with pollution from plastic and household waste. This study aimed to assess the health of mangroves based on two aspects: (1) MHI parameters, which include canopy cover, individual density, and stem diameter; and (2) environmental parameters, which consist of salinity, water and air temperature, soil pH, and substrate type. The method employed is the *Mangrove Health Index* (MHI), which involves calculating the parameters of canopy cover, stake density, and average stem diameter at breast height, along with environmental parameters (salinity, water and air temperature, soil pH, and substrate) conducted from February 25 to April 20, 2025. The observation site was divided into three stations. Station 1 had the species *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, and *Sonneratia caseolaris*. Station 2 was populated with *Bruguiera gymnorhiza* and *Sonneratia caseolaris*, while Station 3 only contained *Avicennia marina*. The MHI value calculations indicated that the mangrove forest's condition falls into the moderate category, with an average MHI value of 61.78%. Station 1 recorded 62.69%, Station 2 61.63%, and Station 3 61.02%. The average values of environmental parameters were a salinity of 30.44‰, water temperature of 27.94°C, air temperature of 30.89°C, soil pH of 7.33, and substrates consisting of sandy clay and mud. This study aims to inform readers about the health conditions of mangroves and serve as a foundation for managing and protecting mangrove forests.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan tropis yang memiliki luasan hutan mangrove terbesar di dunia. Berdasarkan penelitian Giri *et al.*, (2011), sekitar 22,6% dari total luasan mangrove global berada di Indonesia, menjadikannya kunci pelestarian ekosistem pesisir dunia. Luasan mangrove Indonesia tercatat 3,36 juta hektar (Rahadian *et al.*, 2019), namun telah berkurang sekitar 140 ribu hektar sejak 2012 (Ilman *et al.*, 2016). Penurunan ini menunjukkan tingginya tekanan terhadap kelestarian mangrove, meskipun Indonesia memiliki kondisi geografis yang ideal seperti berada di wilayah tropis, memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia, serta morfologi pesisir yang landai, yang mendukung pertumbuhan mangrove di pulau besar maupun kecil (Kusmana *et al.*, 2020).

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pesisir yang terdapat di daerah tropis dan subtropis. Secara ekologis, hutan mangrove merupakan komunitas pantai tropis yang unik karena terdiri dari spesies pohon dan semak yang mampu bertahan di lingkungan air asin (Jason & Jailani, 2022). Mangrove menjadi ekosistem bagi berbagai biota seperti tempat untuk memijah, memelihara, dan tempat mencari makan. Mangrove juga menjadi pagar bagi daratan yang dapat meminimalisir terjadinya abrasi yang diakibatkan oleh angin dan gelombang. Mangrove juga menjadi salah satu fungsi ekologis untuk menjadi sumberdaya dan tempat bergantung masyarakat pesisir (Faizal *et al.*, 2023).

Penyebab utama kerusakan mangrove adalah alih fungsi lahan, terutama untuk pembangunan pemukiman, jalan, dermaga, fasilitas wisata, serta tambak dan infrastruktur lainnya (Pane *et al.*, 2021). Tidak hanya itu, eksplorasi berlebihan terhadap vegetasi mangrove tanpa disertai upaya rehabilitasi juga memperparah kondisi ekosistem (Sadaru *et al.*, 2025). Pola pemanfaatan seperti ini tidak hanya mengurangi fungsi ekologis mangrove, tetapi juga mengancam keberlanjutan ekosistemnya secara keseluruhan.

Kelurahan Segarajaya, Kecamatan Tarumajaya, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat terjadi pembukaan lahan untuk budidaya ikan dilakukan tanpa memperhatikan keseimbangan vegetasi mangrove, sehingga mempercepat degradasi lingkungan (Damayanti *et al.*, 2019). Kondisi ini diperparah oleh pencemaran dari sampah domestik serta aliran air bekas cucian dan mandi, yang semakin membebani ekosistem mangrove yang sudah rapuh. Padahal, hutan mangrove memiliki peranan penting secara ekologis, fisik, dan ekonomi. Keberadaannya tidak hanya mendukung keanekaragaman hayati,

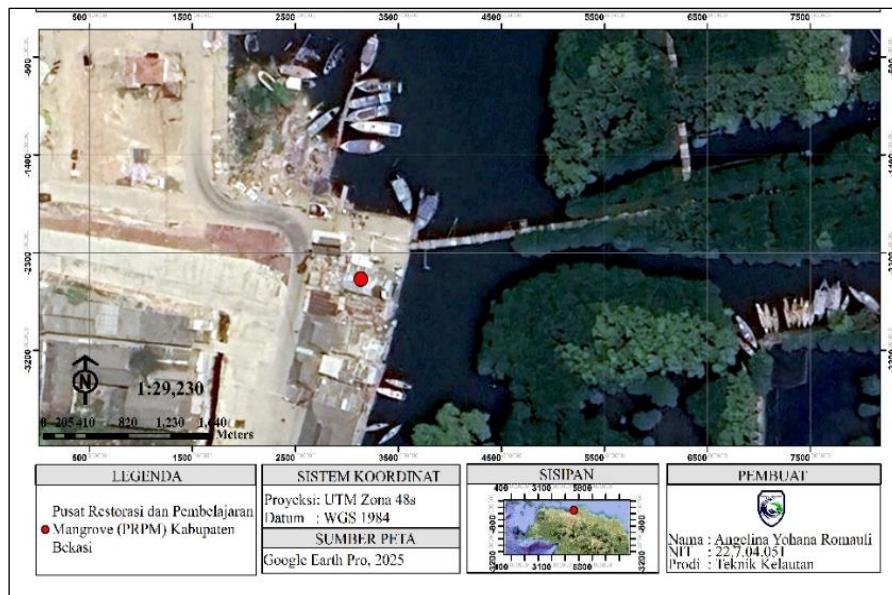
tetapi juga berfungsi sebagai pelindung alami dari dampak perubahan iklim, seperti kenaikan muka air laut (Wong *et al.*, 2018), banjir rob, dan abrasi pantai (Menéndez *et al.*, 2020). Selain itu, mangrove mencegah intrusi air laut ke daratan dan menjadi penyangga vital bagi kehidupan masyarakat pesisir (Hilmi *et al.*, 2017). Dari sisi ekonomi, mangrove juga memiliki nilai estetika yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan ekowisata (Spalding & Parrett, 2019), serta nilai ekonomi dari kayunya yang dapat digunakan secara berkelanjutan untuk keperluan konstruksi dan perkapalan (Nurdiansah & Dharmawan, 2021).

Melihat banyaknya manfaat hutan mangrove, kita perlu menjaga kelestariannya agar ekosistem tersebut dapat berkelanjutan. Upaya pelestarian mangrove dapat dilakukan melalui pemantauan kesehatan mangrove secara berkala. Menurut Sumardi dan Widyaastuti (dalam Apriliyani *et al.* 2020), kesehatan hutan dan ekosistem saling terkait melalui tingkat integrasi biologis. Kesehatan ekosistem mencerminkan penutupan vegetasi di skala lanskap, sedangkan kesehatan hutan berfokus pada tegakan dan potensi manfaatnya. Menurut Dharmawan (2021), metode *Mangrove Health Index* (MHI) mengklasifikasikan kondisi kesehatan mangrove menjadi Poor (<33,33%), Moderate (33,33–66,67%), dan Excellent (>66,67%). Metode ini dipilih karena masih minimnya penelitian tentang kesehatan mangrove di Kelurahan Segarajaya.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi kesehatan mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat berdasarkan dua aspek yaitu (1) Parameter *Mangrove Health Index* meliputi tutupan kanopi, kerapatan individu, dan diameter batang, dan (2) Parameter lingkungan meliputi salinitas, suhu air dan udara, pH tanah, dan substrat. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan pengelolaan mangrove Kelurahan Segarajaya yang berkelanjutan menggunakan parameter *Mangrove Health Index* dan lingkungan, serta dapat dijadikan bahan edukasi bagi masyarakat dan pemangku kepentingan dengan mengungkap degradasi dan manfaat mangrove bagi perlindungan pantai, ketahanan iklim, serta sumber daya masyarakat.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 25 Februari-20 April 2025 berlokasi di Pusat Restorasi dan Pembelajaran Mangrove, Kel. Segarajaya, Kec. Tarumajaya, Kab. Bekasi, Prov. Jawa Barat terletak pada koordinat 6° 4' 55.52" Lintang Selatan, dan 107° 0' 7.27" Bujur Timur (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Adapun alat dan bahan digunakan dalam penelitian meliputi:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	Buku & alat tulis	Mencatat data saat melakukan aktivitas penelitian
2.	Mangrove	Objek pengambilan data
3.	Refraktometer	Untuk mengukur salinitas air
4.	pH meter	Untuk mengukur pH tanah
5.	<i>Thermometer</i>	Untuk mengukur suhu air dan udara
6.	<i>Roll meter</i> , tali rafia	Penandaan batasan plot pengamatan dan pembuatan plot
7.	GPS	Menentukan titik koordinat pengamatan dan mata angin
8.	Meteran jahit	Mengukur lingkar diameter batang mangrove
9.	<i>Handphone</i>	Untuk mengambil dokumentasi
10.	ImageJ	Pengolahan data tutupan kanopi mangrove
11.	Microsoft Excel	Pengolahan data MHI
12.	Laptop	Untuk menyusun laporan penelitian

Penelitian ini melakukan pengambilan data secara langsung sekaligus menganalisis di lapangan pada Stasiun 1, 2 dan 3 dengan total 9 plot pengamatan. Pengambilan data vegetasi dilakukan dengan menentukan titik pengambilan data menggunakan metode *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* adalah metode pengambilan data yang dilakukan berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap dapat mewakili seluruh populasi (Lenaini, 2021). Adapun rincian prosedur kerja yang dilaksanakan sebagai berikut:

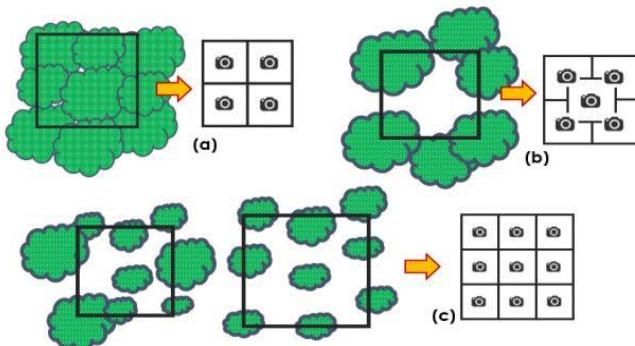
1) Penentuan Titik Pengambilan Data

Penentuan titik pengambilan data dilakukan untuk memastikan bahwa lokasi tersebut merupakan keberadaan hutan mangrove dan cocok untuk dilakukan pengambilan data. Lokasi titik pengambilan data mewakili kondisi tingkat pohon pada hutan mangrove di kawasan

2) Pengambilan Data Tutupan Kanopi

Pengambilan data tutupan kanopi dilakukan dengan menggunakan metode *hemispherical photography* untuk mengetahui kondisi mangrove dengan menggunakan kamera ponsel pintar dengan cara mengambil foto pada setiap plot yang berukuran 10 x 10 meter berdasarkan Dharmawan dan Pramudji (2014). Pengambilan data dilakukan menggunakan kamera bagian depan *handphone* Realme 12 5G yang diarahkan tegak lurus ke arah langit (sudut pandang 180°) dengan ukuran 1:1. Titik pengambilan foto harus berada di antara pohon. Hal yang harus dihindari saat mengambil foto adalah foto di samping pohon, pengambilan foto *double* dan paparan cahaya matahari secara langsung. Pengambilan foto tutupan kanopi dilakukan sebanyak 4 foto pada kondisi padat, 5 foto pada kondisi sedang dan sebanyak 9 foto pada kondisi jarang. Jumlah pengambilan foto tutupan kanopi disesuaikan dengan kondisi pada

tutuhan kanopi di lapangan (Gambar 2).



Gambar 2. Posisi pengambilan foto yang sesuai pada beragam kondisi mangrove

Persentase tutuhan kanopi mangrove diketahui dengan pemisahan warna *pixel* langit (warna putih) dan warna *pixel* vegetasi mangrove (warna hitam) yang di analisis menggunakan *software ImageJ* dan *Microsoft Excel* dalam pengolahan data. Penentuan kriteria tutuhan kanopi mangrove didasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, yaitu: Padat = $\geq 75\%$; Sedang = 50-75%; Jarang = $< 50\%$. Hasil dari interpretasi foto dengan aplikasi *ImageJ* menurut Dharmawan dan Pramudji (2014) dihitung menggunakan formula:

$$C = \frac{P_{255}}{\Sigma P} \times 100\%$$

Keterangan:

C = Canopy

P_{255} = Jumlah *pixel* yang bernilai 255 sebagai interpretasi tutuhan kanopi mangrove

ΣP = Jumlah seluruh *pixel*

3) Pengambilan Data Kerapatan Individu

Pengambilan data jumlah tegakan semai, pancang, dan pohon mangrove dilakukan dengan menghitung individu berdasarkan spesies pada luasan per satu plot penelitian seluas 10 x 10 meter (Agustiana et al. 2023). Namun, untuk analisis kerapatan individu, hanya data pancang yang digunakan karena pancang mencerminkan fase regenerasi mangrove yang paling sensitif terhadap perubahan lingkungan. Pancang menjadi indikator penting dalam menilai potensi

regenerasi alami hutan mangrove karena mencerminkan kemampuan kawasan untuk mempertahankan dan memulihkan strukturnya secara alami (Alongi, 2022). Selain itu, pengukuran pancang memudahkan proses survei lapangan serta memberikan gambaran yang akurat mengenai dinamika populasi mangrove muda, yang berperan besar dalam menjaga stabilitas ekosistem di masa depan (Wardani et al. 2020).

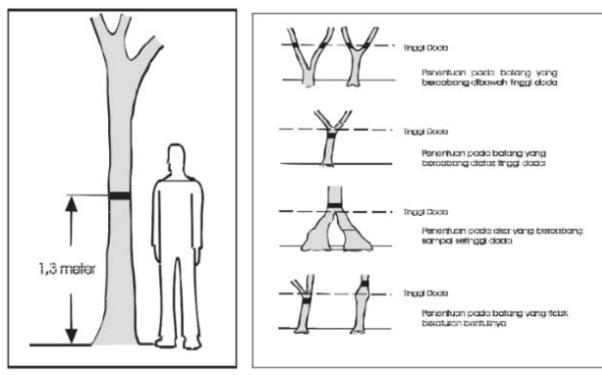
$$NSP = \bar{x} \text{ individu}$$

Keterangan

NSP = Number of Saplings-Stake Poles (Nomor semai, pancang, pohon)

4) Pengukuran Diameter Batang

Pengukuran diameter batang diukur pada ketinggian setinggi dada atau 1,3 m (*Diameter at Breast Height/DBH*) yang dilakukan pada plot 10 x 10 meter (Dharmawan dan Pramudji, 2017). Pengukuran DBH tidak dilakukan pada semai karena memiliki tinggi $< 1,3\text{m}$ sehingga pengukuran DBH hanya dilakukan pada pancang dan pohon, ukuran semai hanya dilakukan pengukuran diameter batang sebelum percabangannya. Setiap data yang diambil dicatat dalam buku yang telah disiapkan, kemudian data tersebut dianalisis. Gambar 3 menunjukkan penentuan lingkar batang mangrove setinggi dada, dan pada berbagai spesies batang mangrove.



Gambar 3. Penentuan lingkar batang mangrove

Menurut Syarif et al. (2022), diameter rata-rata batang (DBH) dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

$$DBH = \frac{CBH}{\pi}$$

Keterangan:

DBH = Diameter at Breast Height (Diameter batang setinggi dada) (cm)

CBH = Circumference at Breast Height (Keliling pohon setinggi dada) (cm)

π = 3,14

5) Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan sebagai penunjang monitoring mangrove pada lokasi penelitian. Parameter faktor lingkungan yang diukur meliputi salinitas, suhu udara dan air, pH tanah, dan substrat. Pengukuran kelima parameter tersebut dilakukan dengan interval pukul 06.00 – 10.00 (pagi), 10.00 – 14.00 (siang), dan 14.00 – 18.00 (sore) (Permen 2021). Pengukuran salinitas menggunakan refraktometer pada perairan tiap plot. Pengukuran suhu udara dilakukan pada tinggi 1,5m dari permukaan tanah, sedangkan suhu air dilakukan dengan menenggelamkan thermometer. Pengukuran pH tanah dilakukan pada setiap plot menggunakan pH meter.

6) Mengolah Data Indeks Kesehatan Mangrove

Setelah melakukan pengambilan data, langkah selanjutnya melakukan pengolahan data pada software Ms. Excel. Pengolahan data ini dilakukan untuk menentukan indeks kesehatan mangrove dari parameter tersebut. Data mengenai spesies, jumlah tegakan, diameter batang dan tutupan kanopi diolah lebih lanjut untuk memperoleh data indeks kesehatan mangrove atau *Mangrove Health Index* (MHI), dengan menggunakan formula (Mahu, 2021).

Mangrove Health Index (MHI) atau indeks kesehatan mangrove diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu: Poor = <33.33%; Moderate = 33.33 – 66.67%; Excellent = >66.67%. MHI

merupakan kombinasi dari skor-skor parameter Tutupan kanopi (C) dalam %, ukuran Diameter batang (Dbh) dalam cm, dan Kerapatan individu (Nsp) dengan formula menurut Nurdiansah dan Dharmawan (2021), sebagai berikut:

$$SC = 0.25 \times C - 13.06$$

$$SNsp = 0.13 \times Nsp + 4.1$$

$$SDbh = 0.45 \times DBH + 1.42$$

$$MHI = \frac{(SC+SNsp+SDbh)}{3} \times 10$$

Keterangan:

SC = Nilai skor dari tutupan kanopi mangrove

SNsp = Nilai skor dari kerapatan mangrove

SDbh = Nilai Skor dari diameter batang

MHI = Mangrove Health Index

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Indeks Kesehatan Mangrove Parameter MHI

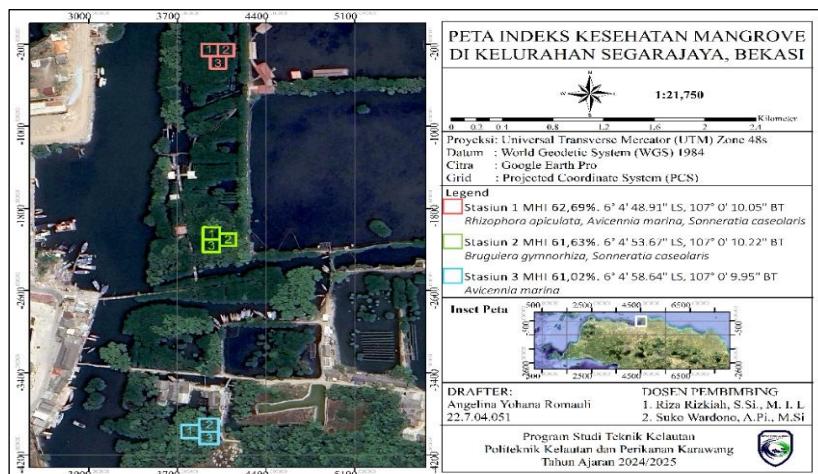
Berdasarkan hasil identifikasi, terdapat 4 (empat) spesies mangrove yang tersebar di 3 (tiga) Stasiun pengamatan yaitu *Rhizophora apiculata* atau dikenal secara umum oleh masyarakat lokal sebagai Bakau, *Avicennia marina* sebagai Api-api, *Sonneratia caseolaris* sebagai Pidada, dan *Bruguiera gymnorhiza* sebagai Bugem. Hasil penelitian dan pembahasan meliputi deskripsi data hasil penelitian serta diskusi hasil penelitian yang dilakukan dengan teori dan penelitian relevan yang diacu pada bagian pendahuluan. Untuk rumus matematika diberi

Pada Stasiun 1 ditumbuhi 3 (tiga) spesies mangrove yaitu *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, dan *Sonneratia caseolaris* dengan mayoritas ditumbuhi spesies *Rhizophora apiculata*. Stasiun 1 berada di bagian utara wilayah penelitian dan dikelilingi oleh saluran air di sisi barat dan timur. Di sebelah timurnya terdapat kawasan tambak, sedangkan sisi barat berbatasan langsung dengan kanal besar yang digunakan untuk lalu lintas perahu kecil. Stasiun 2 terletak tidak jauh dari jembatan penghubung yang melintasi kanal. Letaknya berada di antara dua saluran air yang lebih kecil dibandingkan kanal utama di utara. Di sekitar Stasiun terdapat jalur akses yang menghubungkan

kawasan utara dan selatan, serta beberapa struktur kecil seperti pondok atau bangunan sederhana yang digunakan oleh masyarakat sekitar. Pada Stasiun 2 ditemukan 2 (dua) spesies mangrove yaitu *Bruguiera gymnorhiza* dan *Sonneratia caseolaris*. Sedangkan Stasiun 3 hanya terdapat 1 (satu) spesies mangrove *Avicennia marina*. Stasiun 3 berada di bagian selatan wilayah penelitian dan paling dekat dengan

area permukiman, Stasiun ini dikelilingi oleh tambak serta jalan akses yang mengarah ke rumah-rumah warga. Sehingga memiliki akses darat yang lebih mudah dibandingkan dua Stasiun lainnya.

Data hasil pengambilan, pengukuran, dan pengolahan indeks kesehatan mangrove di ketiga Stasiun ditampilkan dalam bentuk peta pada Gambar 4.



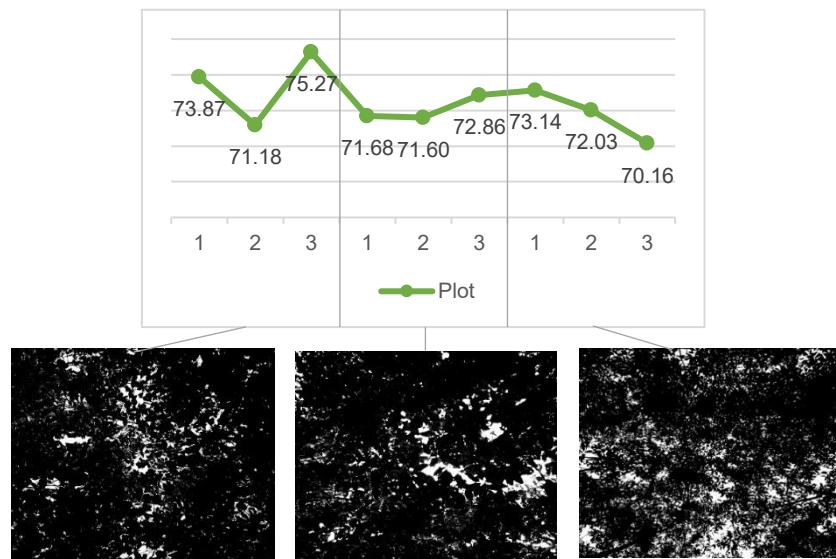
Gambar 4. Peta MHI di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat

1) Tutupan Kanopi

Kanopi merupakan bagian atas dari tegakan yang terdiri dari struktur ranting/kayu dan daun. Tutupan kanopi mangrove di Kelurahan Segarajaya secara kasat mata memiliki tutupan yang cukup rapat. Berdasarkan pengolahan data pixel, tutupan kanopi mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat memiliki rentang nilai 71,78% hingga 73,44% yang termasuk kriteria Sedang berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004. Digunakan standar deviasi untuk menunjukkan seberapa besar

variasi atau penyebaran sekumpulan data terhadap nilai rata-ratanya (semakin kecil semakin dekat dengan rata-rata).

Rata-rata tutupan kanopi dan standar deviasi pada Stasiun 1 yaitu $73,44\pm2,08$, Stasiun 2 yaitu $72,05\pm0,71$ dan Stasiun 3 yaitu $71,78\pm1,51$. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Purnama et al. (2020), bahwa mangrove *Rhizophora sp.* memiliki ukuran daun yang lebih besar sehingga dapat membentuk kanopi yang baik. Hasil pengolahan data tutupan kanopi dapat dilihat berupa diagram titik pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram tutupan kanopi Stasiun 1 hingga Stasiun 3

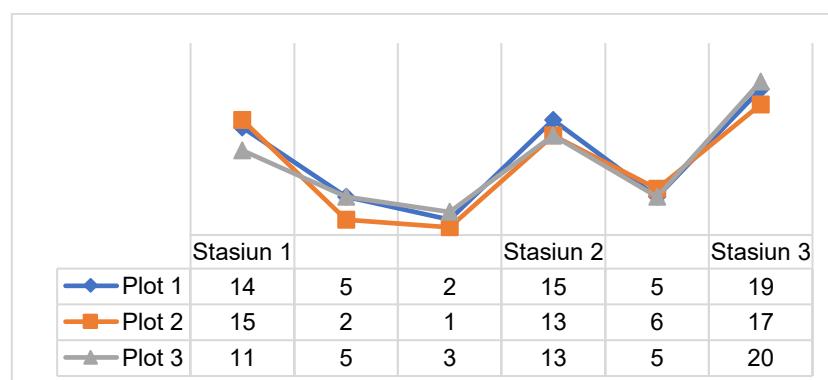
2) Kerapatan Individu

Berdasarkan hasil analisis nilai rata-rata kerapatan pada pancang mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat dihasilkan nilai 19-19,33 ind/100m². Rata-rata kerapatan pancang dan

standar deviasi pada Stasiun 1 yaitu 19,33 ind±1,53, Stasiun 2 yaitu 19 ind±1 dan Stasiun 3 yaitu 19 ind±1,53. Jumlah individu pada ketiga Stasiun dapat dilihat pada Tabel 2, dan diagram kerapatan pancang ketiga Stasiun ditampilkan pada Gambar 6.

Tabel 2. Jumlah Individu Mangrove yang ditemukan

Spesies	Ukuran	Stasiun	Σ Individu			Total	\bar{x} Plot
			Plot 1	Plot 2	Plot 3		
<i>Rhizophora apiculata</i>	Semai		3	2	2		
	Pancang		14	15	11	61	
	Pohon		5	5	4		
<i>Avicennia marina</i>	Semai	1	1	2	2		
	Pancang		5	2	5	24	33,67
	Pohon		2	2	3		
<i>Sonneratia caseolaris</i>	Semai		1	2	2		
	Pancang		2	1	3	16	
	Pohon		1	2	2		
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Semai	2	2	2	3		
	Pancang		15	13	13	62	
	Pohon		2	6	6		
<i>Sonneratia caseolaris</i>	Semai		1	2	3		31,33
	Pancang		5	6	5	32	
	Pohon		3	4	3		
<i>Avicennia marina</i>	Semai	3	5	8	6		
	Pancang		19	17	20	103	34,33
	Pohon		10	10	8		



Gambar 6. Diagram kerapatan pancang Stasiun 1 hingga Stasiun 3

Berdasarkan data jumlah individu mangrove yang ditemukan, kerapatan mangrove kategori pancang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kategori pohon. Hal ini menunjukkan bahwa regenerasi mangrove berada pada tahap pertumbuhan menengah yang baik, namun belum sepenuhnya mencapai tahap dewasa. Sementara itu, kerapatan kategori semai relatif rendah, yang kemungkinan besar disebabkan oleh tutupan kanopi dari mangrove yang telah tumbuh lebih besar (kategori pancang dan pohon), sehingga membatasi masuknya cahaya matahari ke permukaan tanah. Kondisi ini

sesuai dengan pernyataan Usman et al. (2013), bahwa rendahnya kerapatan anakan (semai) mangrove disebabkan oleh kurangnya sinar matahari yang masuk akibat terhalang tajuk untuk kebutuhan fotosintesis. Selain itu, keberadaan muara dan pasokan air tawar turut mendukung ketersediaan nutrien dan media tumbuh bagi mangrove, yang pada akhirnya juga mempengaruhi kerapatan pada setiap fase pertumbuhan dari semai, pancang, hingga pohon. Oleh karena itu, distribusi dan kerapatan jenis mangrove sangat erat kaitannya dengan

dinamika lingkungan pesisir serta proses regenerasi alami pada setiap lokasi pengamatan.

3) Diameter Batang

Nilai diameter rata-rata batang mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat berada dalam rentang 12,17–12,32 cm. Rata-rata diameter dan standar deviasi yang tercatat di Stasiun 1 adalah $12,17\text{cm}\pm0,07$, Stasiun 2 sebesar $12,32\text{cm}\pm0,25$, dan Stasiun 3 sebesar $12,17\text{cm}\pm0,17$. Keseragaman nilai diameter ini mencerminkan kondisi pertumbuhan yang relatif seragam di ketiga lokasi, yang merupakan kawasan rehabilitasi mangrove. Kesesuaian ini diperkuat

oleh temuan Dharmawan et al. (2022) yang menyatakan bahwa rentang nilai diameter batang (DBH) dapat mencerminkan fase pertumbuhan mangrove. Selain itu, Kresnasari dan Gitarama (2021) menjelaskan bahwa nilai diameter batang berhubungan erat dengan umur, spesies, dan perkembangan mangrove, sehingga rentang nilai tersebut mengindikasikan bahwa mangrove di lokasi tersebut sedang berada dalam tahap pertumbuhan yang cukup seragam dan terkendali. Hasil pengukuran dan pengolahan data diameter rata-rata batang dapat dilihat berupa diagram titik pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram diameter rata-rata batang Stasiun 1 hingga Stasiun 3

Berdasarkan hasil perhitungan nilai MHI, kondisi hutan mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Bekasi termasuk ke dalam kategori *moderate* atau sedang. Pada Stasiun 1 memiliki nilai MHI 62,69%, pada Stasiun 2 memiliki nilai MHI 61,63%, dan pada Stasiun 3 memiliki nilai MHI 61,02% yang disajikan pada Tabel 3. Nilai kesehatan mangrove pada setiap plot diperoleh dari masing-masing

komponen yang berada dalam struktur komunitas mangrove yang terdiri dari nilai skor persentase tutupan kanopi (SC), kerapatan pancang (SNsp), serta diameter pancang dan pohon (SDbh) yang dihitung mengikuti persamaan *Mangrove Health Index*. Berikut informasi hasil pengambilan, pengukuran, dan pengolahan data mangrove yang dilakukan.

Tabel 3. Hasil Tutupan Kanopi Mangrove, Kerapatan Mangrove, dan Diameter Rata-Rata Batang di Mangrove Kelurahan Segarajaya, Bekasi

Parameter	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tutupan kanopi (%)	73,87	71,18	75,27	71,68	71,6	72,86	73,14	72,03	70,16
$\bar{x} \pm \sigma$	$73,44 \pm 2,08$			$72,05 \pm 0,71$			$71,78 \pm 1,51$		
Nsp (Ind/100m ²)	21	18	19	20	19	18	19	17	20
$\bar{x} \pm \sigma$	$19,33 \pm 1,53$			19 ± 1			$19 \pm 1,53$		
DBH (cm)	12,23	12,10	12,16	12,05	12,37	12,55	12,01	12,35	12,15
$\bar{x} \pm \sigma$	$12,17 \pm 0,07$			$12,32 \pm 0,25$			$12,17 \pm 0,17$		

Nilai MHI pada lokasi kajian menunjukkan hasil yang relatif serupa antar Stasiun. Kesamaan ini diduga karena ketiga Stasiun memiliki tinggi pohon dan persentase tutupan kanopi yang hampir sama. Kondisi tersebut sejalan dengan pernyataan Wasil dan Muhsoni (2023) yang menyebutkan bahwa tinggi rendahnya nilai MHI dipengaruhi oleh tutupan

kanopi dan kerapatan pohon. Selain itu, rendahnya nilai MHI pada beberapa titik juga dapat disebabkan oleh adanya penebangan liar serta pencemaran perairan di sekitar hutan mangrove. Tabel 4. menunjukkan nilai hasil indeks kesehatan mangrove di Kelurahan Segarajaya, Bekasi.

Tabel 4. Nilai Hasil Indeks Kesehatan Mangrove (MHI) di Kelurahan Segarajaya, Bekasi

Parameter	Unit	Baku mutu	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			\bar{x}	Ket
			1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Salinitas	%	s/d 34	30	33	32	28	30	32	32	28	29	30,44	Sesuai
Suhu air	°C	28-32	28	28	27,5	28	28	28	28	28	28	27,94	Sesuai
Suhu udara	°C		31	30	30	31	31	31	31	32	31	30,89	Sesuai
pH tanah	-	6,5 - 8,5	7	7	8	8	7	7	7	8	7	7,33	Sesuai
Substrat	-	-	Lempung berpasir	Lempung berpasir	Lempung berpasir	Lumpur	Lempung berpasir	Lumpur	Lumpur	Lumpur	Lumpur		

Data Parameter Lingkungan

Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan nilai rata-rata salinitas 30,44%, suhu air 27,94°C dan udara 30,89°C, pH tanah 7,33, dan substrat berupa lempung berpasir, dan lumpur. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KEPMEN LH) Nomor 51 Tahun 2004, nilai tersebut sudah sesuai dengan standar baku mutu. Pengaruh parameter lingkungan terhadap kesehatan mangrove sangat

kompleks dan saling berkaitan, namun substrat dan salinitas memiliki pengaruh paling besar. Substrat mempengaruhi aerasi akar, dan ketersediaan nutrien. Salinitas memiliki toleransi spesifik terhadap kadarnya, perubahan ekstrem menyebabkan stress dan menurunkan kesehatan mangrove (Mujahidah, 2025). Kondisi lingkungan hutan mangrove pada setiap Stasiun dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran parameter lingkungan di Kelurahan Segarajaya, Bekasi.

Stasiun	Plot	SC	SNsp	SDbh	MHI Per Plot (%)	MHI Per Stasiun (%)	Kategori
1	1	5,41	6,83	6,92	63,87		
	2	4,74	6,44	6,86	60,14	62,69	<i>Moderate</i>
	3	5,76	6,57	6,89	64,07		
2	1	4,86	6,7	6,84	61,34		
	2	4,84	6,57	6,99	61,32	61,63	<i>Moderate</i>
	3	5,15	6,44	7,07	62,21		
3	1	5,22	6,57	6,82	62,06		
	2	4,95	6,31	6,98	60,79	61,02	<i>Moderate</i>
	3	4,48	6,7	6,89	60,22		

1) Salinitas

Salinitas adalah kandungan garam dalam perairan yang dapat menentukan kehidupan hutan mangrove. Hasil pengukuran salinitas pada saat pengamatan menunjukkan nilai rata-rata salinitas adalah 30,44%. Stasiun 1 memiliki rata-rata nilai tertinggi yaitu 31,67%. Hal ini terjadi karena Stasiun 1 berhadapan dengan sungai. Stasiun 2 memiliki salinitas 30% karena berada diantara dua saluran air yang berhadapan dengan tambak. Sedangkan Stasiun 3 memiliki rata-rata salinitas terendah yaitu 29,67% karena terletak paling dekat dengan permukiman. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, nilai salinitas pada ketiga Stasiun masih masuk ke dalam baku mutu salinitas yang baik bagi pertumbuhan mangrove.

Lokasi yang berdekatan dengan tambak memberikan pengaruh terhadap masuknya air tawar dari daratan, yang menyebabkan tingkat salinitas menjadi rendah. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Geng et al. (2016), yang menyatakan bahwa kondisi salinitas dapat berfluktuasi akibat percampuran antara air laut dan air tawar. Lebih

lanjut, menurut Zakia dan Lestari (2022), salinitas yang sangat tinggi justru dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan mangrove, dimana mangrove tumbuh kerdil dan kehilangan kemampuan untuk menghasilkan buah.

2) Suhu Air dan Udara

Suhu merupakan faktor yang sangat penting dalam hutan mangrove. Hal ini diperkuat oleh Dajafar et al. (2014), suhu dapat mempengaruhi proses-proses dalam suatu hutan mangrove seperti fotosintesis dan respirasi. Pada area kajian didapatkan nilai rata-rata suhu air adalah 27,94°C. Stasiun 1 sebesar 27,83°C, Stasiun 2 sebesar 28°C, dan pada Stasiun 3 sebesar 28°C. Sedangkan nilai rata-rata suhu udara adalah 30,89°C. Stasiun 1 sebesar 30,33°C, Stasiun 2 sebesar 31°C dan pada Stasiun 3 sebesar 31,33°C. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, nilai suhu air dan udara pada ketiga Stasiun sesuai dengan baku mutu suhu yang menunjang pertumbuhan mangrove dengan baik.

Berdasarkan hasil pengamatan, tidak terdapat perbedaan suhu air dan udara yang signifikan pada setiap Stasiun pengamatan. Kondisi ini disebabkan oleh kerapatan mangrove yang relatif seragam di seluruh lokasi pengamatan, sehingga memengaruhi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh perairan. Suhu air laut sendiri dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang masuk ke hutan mangrove, di mana semakin besar radiasi matahari yang diterima maka suhu air akan semakin meningkat (Wailisa et al. 2022). Perbedaan suhu perairan umumnya terjadi akibat variasi kerapatan mangrove, karena kerapatan yang lebih tinggi dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari ke perairan. Hal ini diperkuat oleh Sari et al. (2023) yang menyatakan bahwa mangrove dapat tumbuh dan melakukan fotosintesis secara optimal pada suhu berkisar antara 25–35°C.

3) pH Tanah

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan yang berperan penting dalam mendukung keseimbangan ekosistem. Berdasarkan hasil pengukuran pada Stasiun 1 hingga Stasiun 3, diperoleh nilai rata-rata pH tanah sebesar 7,33. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi pH tanah di ketiga Stasiun sudah sesuai dengan baku mutu lingkungan mangrove.

Menurut Farhaby dan Anwar (2021), nilai pH dapat mempengaruhi proses biokimia perairan yang berdampak kepada pertumbuhan dan kerapatan spesies mangrove secara alami. Tinggi rendahnya derajat keasaman juga memengaruhi tingkat ketahanan hidup mangrove dalam beradaptasi dan tumbuh di lingkungan tersebut. Selain itu, kandungan pH di dalam tanah cenderung serupa dan termasuk dalam kategori pH netral atau tawar (Chrisyariati & Hendrarto, 2014).

4) Substrat

Substrat mangrove merupakan sedimen yang berasal dari sungai atau endapan karbonat laut yang memiliki salinitas, oksigen yang rendah, banyak mengandung bahan organik dan selalu basah komponen tersebut penting dalam hutan mangrove karena dapat memengaruhi persebaran, bentuk akar, serta kandungan bahan organik yang dimanfaatkan oleh tanaman mangrove (Ario et al. 2015). Terdapat 2 (dua) tipe substrat di Kelurahan Segarajaya yaitu lempung berpasir, dan lumpur, yang merupakan tipe substrat ideal bagi pertumbuhan mangrove dari genus *Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Bruguiera*.

KESIMPULAN

Kondisi kesehatan mangrove di Kelurahan Segarajaya Kecamatan Tarumajaya Kabupaten Bekasi, Jawa Barat berdasarkan parameter *Mangrove Health Index* (MHI) termasuk ke dalam kategori moderate atau sedang dengan rata-rata nilai 61,78%. Pada Stasiun 1 memiliki nilai MHI

62,69%, pada Stasiun 2 memiliki nilai MHI 61,63%, dan pada Stasiun 3 memiliki nilai MHI 61,02%. Dari hasil pengukuran parameter lingkungan, didapatkan nilai rata-rata salinitas 30,44‰, suhu air 27,94°C dan udara 30,89°C, pH tanah 7,33, dan substrat berupa lempung berpasir, dan lumpur. Berdasarkan kategori nilai diatas menunjukkan bahwa kondisi lingkungan tersebut tergolong baik untuk pertumbuhan hutan mangrove dan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KEPMEN LH) Nomor 51 Tahun 2004.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiana, R., Hendrayana, Y., & Kosasih, D. (2023). Struktur Tegakan Dan Komposisi Spesies Mangrove Di Pantai Utara Studi Kasus Di Desa Kanci Kulon Kecamatan Astanajapura Kabupaten Cirebon. *Wana Raksa*, 17(02), 74-83.
- Alongi, D. M. (2022). Mangrove Ecosystem Dynamics and Management. *Coastal Ecosystem Series*, 18(3), 45–59.
- Apriliyani, Y., Safei, R., Kaskoyo, H., Wulandari, C., & Febryano, I. G. (2020). Analisis penilaian kesehatan hutan mangrove di Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Hutan Tropis Volume*, 8(2).
- Chrisyariati, I., & Hendrarto, B. (2014). Kandungan nitrogen total dan fosfat sedimen mangrove pada umur yang berbeda di lingkungan pertambakan Mangunharjo, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 65-72.
- Dajafar, A., Olii, A.H., & Sahami, F., 2014. Struktur Vegetasi Mangrove di Desa Ponelo Kecamatan Ponelo Kepulauan Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2(2):66- 72.
- Damayanti, A. A., Rahman, I., Nurliyah, & Hilyana, S. (2019). Kegiatan Penanaman Mangrove sebagai Salah Satu Upaya Pelestarian Ekosistem Pesisir. *Jurnal Abdi Insani LPPM Unram*, 6(2).
- Dharmawan, I.W.E., & Pramudji, 2014. Panduan Monitoring Status Hutan mangrove. COREMAP CTI LIPI, Jakarta, 35 hlm.
- Dharmawan, I.W.E., Renyaan, J., & Nurdiansah, D., 2022. Mangrove Zonation, Community Structure and Healthiness in Kei Islands, Maluku, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(9):4918-4927
- Faizal, Ahmad et al. 2023. "Application Of NDVI Transformation On Sentinel 2A Imagery For Mapping Mangrove Conditions In Makassar City." *Akuatikisle: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil* 7(1): 59-66.
- Farhaby, A.M., & Anwar, M.S., 2021. Tingkat Keberhasilan Penanaman Mangrove Pada Lahan Bekas Tambang Timah di Desa Rebo Kabupaten Bangka Sebagai Bentuk

- Pemanfaatan Lahan Dalam Wilayah Hutan Mangrove di Pesisir Timur Pulau Bangka. *Bioma Berkala Ilmiah Biologi*, 23(2):143-148.
- Geng, X., Boufadel, M.C., Jackson, N.L. (2016). *Evidence of salt accumulation in*
- Giri, C., E. Ochieng, L.L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek, & N. Duke. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1): 154-159.
- Hilmi, E., C. Kusmana, E. Suhendang, & I. Iskandar. 2017. Correlation analysis between seawater intrusion and mangrove greenbelt. *Indonesian J. of Forestry Research*, 4(2): 151-168.
- Ilman, M., P. Dargusch, & P. Dart. 2016. A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land use policy*, 54: 448- 459.
- Jason, A., & Jailani, J. (2022). Analisis Komposisi Dan Struktur Tegakan Hutan Mangrove Di Wilayah Pesisir Sungai Bendera Kota Sangatta Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Aquarine*, 6(1).
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Air Laut. *Jakarta Kementerian Negara Lingkungan Hidup*.
- Kresnasari, D., & Gitarama, A.M., 2021. Struktur dan Komposisi Vegetasi Mangrove di Kawasan Laguna Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Bioterididik Wahana Ekspresi Ilmiah*, 9(3):202-216.
- Kusmana, C., F.G. Dwiyanti, & Z. Malik. 2020. Comparison of several methods of stands inventory prior to logging towards the yield volume of mangrove forest in Bintuni Bay, West Papua Province, Indonesia. *Biodiversitas J. of Biological Diversity*, 21(4): 1438- 1447.
- Lenaini, I. (2021). Teknik Pengambilan Sampel Purposive Dan Snowball Sampling. *Jurnal Kajian, Penelitian & Pengembangan Pendidikan Sejarah*.
- Mahu, A. (2021). Struktur Komunitas Mangrove Di Kecamatan Ambalau Kabupaten Buru Selatan. *repositoryiaainambon*.
- Menéndez, P., I.J. Losada, S. Torres-Ortega, S. Narayan, & M.W. Beck. 2020. The global flood protection benefits of mangroves. *Scientific reports*, 10(1): 1-11.
- Mujahidah, Z. (2025). Dinamika Oseanografi Dan Keberlanjutan Ekosistem Mangrove Di Pulau Jawa: Review Literatur 2015-2025. *Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 4(3), 5235-5242.
- 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. doi:[10.29244/jitkt.v13i1.34484](https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.34484)
- Pane, D. P. P., Tortora, P., Anindito, I. A., Setyawati, Pertamawati, L. H., Wikapusita, T., Ardana, A. K., & Manullang, R. A. (2021). Blue Economy. Development Framework for Indonesia's Economic Transformation (L. A. A. T. Sambodo, S. Yanti, D. D. P. Pane, & A. Sim, Eds.). *National Development Planning Agency (BAPPENAS)*
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. 2021.
- Pramudji, I. W. (2017). *Panduan Pemantauan Komunitas Mangrove*. PT. Media Sains Nasional.
- Purnama, M., Pribadi, R., & Soenardjo, N., 2020. Analisa Tutupan Kanopi Mangrove dengan Metode Hemispherical Photography di Desa Betahwalang, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 9(3):317-325.
- Raden Ario, Petrus Subardjo, dan Gentur Handoyo. (2015). Analisis Kerusakan Mangrove Di Pusat Restorasi Dan Pembelajaran Mangrove (PRPM), Kota Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*.
- Rahadian, A., L.B. Prasetyo, Y. Setiawan, & K. Wikantika. 2019. A historical review of data and information of Indonesian mangroves area. *Media Konservasi*, 24(2): 163-178.
- Republik Indonesia. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (Kepmen Lh) Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
- Sadarun, B., Rahman, A. A., Jali, W., & Mangurana, W. I. (2025). Pelatihan Teknik Pembibitan Mangrove Rhizophora Spp Dalam Upaya Pemulihian Kawasan Mangrove Di Pesisir Desa Sawapudo Kecamatan Soropia. *DedikasiMU: Journal of Community Service*, 7(1), 30-36.
- Sari, D.P., Idris, M.H., Anwar, H., Aji, I.M.L., & Webliana, K., 2023. Karakteristik Perairan Mangrove Pada Kerapatan yang Berbeda di Desa Eyat Mayang Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 7(2):149-157.
- Spalding, M. & C.L. Parrett. 2019. Global patterns in mangrove recreation and tourism. *Marine Policy*, 110: 103540- 103547.
- Syarif, W., Nasution, S., & Mubarak., 2022. Structure of the Mangrove Community in Batang Masang Beach Tiku V Jorong Tanjung Mutiara District Agam Regency West Sumatera. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 3(2):85-93.
- Usman, L., Syamsuddin., & Hamzah, S.N., 2013. Analisis Vegetasi Mangrove di Pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo

- Utara. *Nike Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1):11-17.
- Wailisa, R., Putuhena, J. D., & Soselisa, F. (2022). Analisis Kualitas Air di Hutan Mangrove Pesisir Negeri Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Hutan*
- Wardani, D. P., Wibowo, T. A., & Santosa, P. B. (2020). The importance of sapling density for evaluating mangrove ecosystem resilience. *Asian Journal of Forestry*, 4(1), 24–31.
- Wasil, M., & Muhsoni, F.F., 2023. *Mangrove Health Index (MHI)* di Wisata Mangrove Tajungan Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*, 4(4):366-375.
- Wong, P.P. 2018. Coastal protection measures—case of Small Island Developing States to address sealevel rise. *Asian J. of Environment & Ecology*, 6(3): 1-14.
- Zakia, R., & Lestari, F., 2022. Karakteristik Ekologi Hutan mangrove di Perairan Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 6(1):62-68

