



Kondisi Bioekologi Mangrove dan Pengelolaannya: Studi Kasus Kawasan Konservasi Pulau Pramuka, Pulau Karya dan Pulau Panggang, Taman Nasional Kepulauan Seribu

(*Condition of Mangrove Bioecology and Their Management: Case Study of Pramuka Island Conservation Area, Karya Island and Panggang Island, Seribu Archipelago National Park*)

Zinedine Putra Adinegoro¹, Agustinus M. Samosir², Ario Damar^{2,3,*}

¹ Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

³ Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor.

INFO ARTIKEL

Histori Artikel

Received: 1 September 2022

Accepted: 5 Oktober 2022

Kata Kunci:

ekosistem mangrove; kualitas lingkungan mangrove; kesehatan mangrove; pengelolaan; Kepulauan Seribu

Keywords:

mangrove ecosystem; mangrove environmental quality; mangrove health; management; Kepulauan Seribu

Korespondensi Penulis

Ario Damar, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Email: adamar@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Efektivitas pengelolaan mangrove sangat bergantung pada pengetahuan tentang kondisi mangrove dan lingkungannya yang direpresentasikan dengan indeks kesehatan mangrove dan indeks kualitas lingkungan mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi pengelolaan ekosistem mangrove berbasis kondisi ekologi mangrove di kawasan SPTN III (Pulau Karya, Pulau Panggang, dan Pulau Pramuka) kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu (Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu). Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data kondisi ekologi mangrove dan observasi data sosial, melalui pengukuran vegetasi mangrove pada Pulau Pramuka, Panggang dan Karya. Analisis kesehatan mangrove mengacu pada kondisi penutupan dan kualitas lingkungan mangrove. Kepadatan mangrove pada kategori pancang di seluruh pulau termasuk kategori sangat rapat, sedangkan kategori tumbuh pohon dan semai hanya ditemukan di beberapa tempat. Nilai kualitas lingkungan mangrove menunjukkan bahwa kualitas lingkungan mangrove di ketiga pulau tersebut termasuk dalam kategori tinggi (baik). Indeks kesehatan mangrove di ketiga pulau tersebut sebaliknya termasuk dalam kategori rendah (buruk), meskipun di beberapa tempat mangrove menunjukkan kerapatan yang tinggi, khususnya pada wilayah mangrove di Pulau Pramuka. Berdasarkan hasil tersebut, penanaman kembali mangrove merupakan strategi yang paling direkomendasikan untuk SPTN III.

ABSTRACT

The effectiveness of mangrove management is highly depend on the knowledge of the condition of mangrove and their environment, which are represented by the mangrove health index and the mangrove environmental quality index. This study aimed to analyze the ecological condition of mangroves in the SPTN III area (Karya Island, Panggang Island, and Pramuka Island) Kepulauan Seribu National Park (Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu) area to determine the potential management strategy. This research was conducted in 2020, by conducting vegetation survey at Pramuka, Panggang and Karya islands. The analysis carried out were mangrove health and mangrove environmental quality. The Mangrove density in the sapling category throughout the island was very dense category, while the tree and seedling growth categories are only found in a few places. The value of the mangrove environmental quality indicate that the environmental quality of the mangroves in the three islands was in high category (good). The mangrove health index in the three islands in other hand was in low category (bad), though in some places mangroves showed high density, such as at Pramuka Island. Based on these results, mangrove replantation is the strategy which is mostly recommended for SPTN III.

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan suatu komunitas vegetasi pantai tropis yang memiliki ciri khas, yaitu tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut air

laut yang bersubstrat lumpur atau substrat lumpur berpasir (Rahman *et al.* 2014; Prihadi *et al.* 2018; Rahman *et al.* 2020; Bengen *et al.* 2022). Kondisi pantai di wilayah Seksi Pengelolaan Taman

Nasional (SPTN) III Taman Nasional Kepulauan Seribu (TNKS) yang meliputi Pulau Karya, Pulau Panggang, dan Pulau Pramuka cenderung memiliki substrat yang berpasir, tidak berlumpur, dan miskin nutrisi sehingga menyebabkan kegiatan penanaman mangrove di daerah tersebut mengalami kendala dan hanya beberapa jenis mangrove saja yang dapat hidup di daerah tersebut seperti *Rhizophora* sp.

Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu terdiri dari 3 Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) yaitu SPTN wilayah I, SPTN wilayah II dan SPTN wilayah III. Kondisi pantai di wilayah Seksi Pengelolaan Taman Nasional III (SPTN III) cenderung memiliki substrat yang berpasir dan miskin nutrisi. Hal tersebut dapat menyebabkan kendala dalam kegiatan penanaman mangrove dan hanya beberapa jenis mangrove saja yang dapat hidup. Kondisi arus yang kuat juga menjadi kendala dalam penanaman mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang, dan Pulau Pramuka. Semakin tinggi kecepatan arus maka semakin besar nutrisi dan dekomposisi serasah yang terbawa ke laut, sehingga ekosistem mangrove di wilayah SPTN III menjadi miskin nutrisi. Pemilihan mangrove spesies *Rhizophora* sp. karena spesies ini memiliki perakaran yang luas dan tahan dengan kondisi lingkungan yang ekstrim (Assuyuti & Rijaluddin 2016).

Upaya penanaman mangrove di Kepulauan Seribu sudah dilakukan sejak tahun 2000-an yang bertempat di Pulau Pramuka. Pada tahun 2002, penanaman mangrove menggunakan metode ajir. Metode ajir dinilai kurang efektif karena umumnya semai mangrove hilang dihempas gelombang dan arus. Pada tahun 2005, penanaman dilakukan dengan metode rumpun berjarak mulai. Metode rumpun berjarak menghasilkan keberhasilan pertumbuhan mangrove yang tinggi (Haryanto 2013). Keberhasilan dalam penanaman mangrove dapat dilihat dari bertambahnya kerapatan, tinggi, diameter batang serta munculnya biota penyusun ekosistem. Teknik penanaman yang sesuai dapat meningkatkan tingkat keberhasilan hasil penanaman (Poedjirahajoe *et al.* 2011).

Kajian mengenai kondisi ekologi mangrove berguna untuk merumuskan suatu kebijakan pengelolaan. Kondisi ekologi mangrove dapat ditentukan dengan mengetahui nilai indeks kesehatan mangrove dan indeks kualitas lingkungan mangrove. Kondisi kesehatan mangrove dapat memengaruhi kondisi ekosistem lamun dan ekosistem terumbu karang (Pramudji 2001). Kondisi kesehatan mangrove dapat ditentukan dengan parameter berdasarkan

penilaian ahli (Prasetya *et al.* 2017). Indeks kualitas mangrove merupakan keadaan lingkungan mangrove yang berfungsi untuk memberikan daya dukung optimal bagi mangrove (Azkia *et al.* 2013). Kajian kualitas lingkungan dan kesehatan mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi ekologi mangrove di wilayah SPTN III Kepulauan Seribu.

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis terhadap kondisi ekologis mangrove di daerah SPTN III TNKS untuk menentukan strategi pengelolannya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi semua pihak terkait kondisi ekologi mangrove sebagai dasar dalam menentukan strategi pengelolaan mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang, dan Pulau Pramuka.

METODE

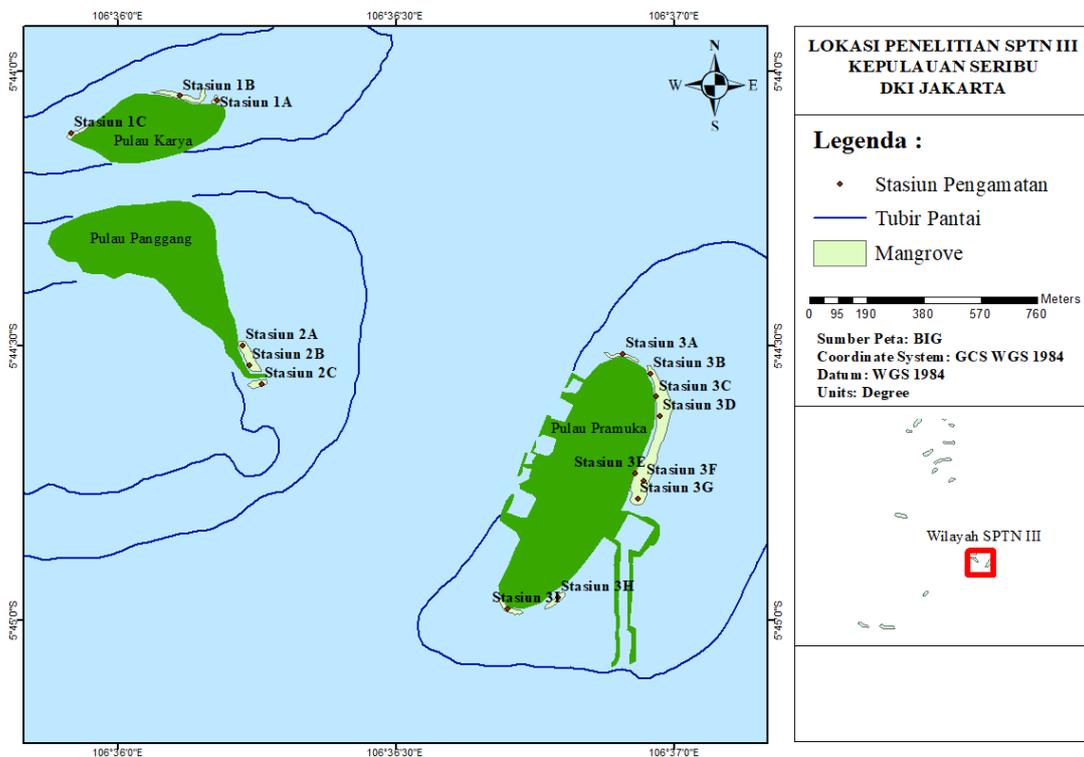
Pengumpulan Data Ekobiologi Mangrove

Pengambilan data kondisi ekologi mangrove dilakukan dengan pembuatan stasiun pengamatan. Terdapat beberapa stasiun di setiap pulau yaitu 3 stasiun di Pulau Karya (Stasiun 1A, 1B dan 1C), 3 stasiun di Pulau Panggang (Stasiun 2A, 2B dan 2C) dan 9 stasiun di Pulau Pramuka (3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H dan 3I) (Gambar 1). Setiap stasiun pengamatan memiliki ukuran 10 x 10 m² untuk kategori pohon, 5 x 5 m² untuk kategori anakan, dan 1x1 m² untuk kategori semai. Masing-masing stasiun terdiri dari 3 plot transek. Pengambilan data meliputi jumlah tegakan mangrove, diameter, dan tinggi mangrove dari tiap jenis (Takarendehang *et al.* 2018).

Kriteria untuk pohon, anakan, dan semai ditentukan berdasarkan diameter batangnya, untuk kategori semai (A) memiliki diameter batang <2 cm, kategori anakan (B) memiliki diameter batang 2–10 cm serta kategori pohon (C) memiliki diameter batang >10 cm. Pengukuran diameter pohon dilakukan dengan menggunakan meteran gulung (SNI 2011).

Pengambilan Data Kualitas Perairan

Pengambilan data kualitas perairan dilakukan secara *in situ* meliputi suhu (°C), salinitas (ppt), DO (mg/l), dan pH. Pengambilan data suhu, pH, dan DO dapat dilakukan dengan alat pH meter dan DO meter dengan cara alat dicelupkan ke kolom perairan. Pengukuran salinitas perairan ditentukan dengan alat refraktometer dan untuk analisis nitrat (mg/l), nitrit (mg/l), dan orthofosfat (mg/l) dilakukan dengan mengambil sampel air 1L setiap pulau dengan H₂SO₄ sebagai pengawet sampel lalu dianalisis di Laboratorium Produktivitas dan



Gambar 1. Lokasi penelitian dan stasiun penelitian

Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Pengambilan Data Biota Asosiasi

Pengambilan data biota asosiasi dilakukan secara visual yang berada di dalam transek/plot maupun di sekitarnya. Pengambilan bentos dilakukan pada setiap stasiun pengamatan mangrove pada kedalaman 30–60 cm dan dilakukan dengan metode *core* yaitu alat berupa paralon yang ditancapkan ke dalam substrat kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam botol sampel. Sampel kemudian diawetkan dengan formalin 5% dan ditambahkan *rose bengal* sebagai pewarna biota. Sampel bentos kemudian diidentifikasi di Laboratorium Biologi Mikro (BIMI), Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Pengambilan Data Manfaat Mangrove

Pengambilan data manfaat mangrove dilakukan dengan wawancara dan pengamatan secara langsung di lokasi penelitian. Metode wawancara dilakukan dengan *purposive sampling* dan wawancara dilakukan dengan pihak terkait yaitu pegawai Taman Nasional, pedagang, nelayan dan *tour guide*. Pengamatan lokasi dilakukan untuk melihat secara langsung potensi pemanfaatan mangrove di lingkungannya. Informasi mengenai pemanfaatan mangrove diperlukan untuk mengetahui pemanfaatan mangrove di setiap stasiun.

Analisis Data

Kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan jenis i dalam suatu unit area/plot. Analisis kerapatan mangrove dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yang disampaikan pada SNI (2011). Penutupan jenis (C_i) merupakan luasan penutupan jenis i dalam suatu area. Penutupan jenis dapat ditentukan dengan persamaan Suzana *et al.* (2011). Analisis kualitas lingkungan mangrove menggunakan 6 indikator kualitas lingkungan mangrove, yaitu asosiasi spesies, penutupan pohon, penutupan semai, jumlah jenis semai, jumlah hari tergenang, dan area tergenang (Azkia *et al.* 2013). Setiap indikator memiliki nilai bobot yang berbeda-beda berdasarkan dari penilaian ahli. Nilai bobot dari setiap indikator lingkungan mangrove tersaji pada Tabel 1.

Asosiasi spesies ditentukan berdasarkan spesies dominan yang berada dalam suatu komunitas mangrove (Efriyeldi *et al.* 2020). Spesies mangrove yang ditemukan tersebut kemudian diurutkan dari spesies mangrove yang mendominasi hingga spesies mangrove yang tidak mendominasi. Terdapat 4 kemungkinan urutan dominasi mangrove yaitu S-A-R, A-S-R, A-R-S dan R-A-S, dengan A mewakili *Avicennia* sp., R mewakili *Rhizophora* sp., dan S mewakili *Sonneratia* sp.

Penentuan indikator penutupan pohon dilakukan dengan membandingkan jumlah tegakan pohon dengan jumlah seluruh individu mangrove. Penutupan pohon ditentukan dengan

grafik hubungan penutupan pohon dengan indeks kualitas lingkungan mangrove dan pengukuran penutupan pohon dapat ditentukan dengan rumus metode yang dikemukakan oleh Azkia *et al.* (2013).

Tabel 1. Indeks kualitas lingkungan mangrove

No	Indikator lingkungan mangrove	Bobot (W)
1	Asosiasi spesies	22
2	Penutupan pohon (%)	17
3	Penutupan semai (%)	13
4	Jumlah jenis semai (ind)	12
5	Jumlah hari tergenang (hari)	18
6	Area tergenang (%)	18

Sumber : Modifikasi Canter dan Hill (1981) *in* (Azkia *et al.* 2013).

Penentuan indikator penutupan semai dilakukan dengan membandingkan jumlah tegakkan semai dengan jumlah seluruh individu mangrove. Penutupan semai ditentukan dengan grafik hubungan penutupan semai dengan indeks kualitas lingkungan mangrove. Pengukuran penutupan pohon dapat ditentukan dengan rumus Azkia *et al.* (2013).

Nilai indeks kualitas lingkungan mangrove diperoleh dengan plotting dari masing-masing indikator kualitas lingkungan pada lokasi sampling (Azkia *et al.* 2013). Kualitas lingkungan mangrove (Q_e) dapat dihitung dengan rumus modifikasi dari Lower Mississippi Valley Division (1976) dan Hill (1981) yang dimodifikasi oleh Joko Purwanto *in* Septriana (2000).

$$Q_e = \frac{\sum(Q_i \times W)}{\sum W}$$

Dimana :

Q_e = Kondisi lingkungan mangrove (%)

Q_i = Indeks kondisi lahan mangrove

W = Bobot setiap indikator

Kisaran nilai kondisi lingkungan mangrove (Q_e) adalah sebagai berikut:

$Q_e < 30\%$ = kondisi lingkungan rendah

$30\% \leq Q_e \leq 60\%$ = kondisi lingkungan sedang

$60\% < Q_e \leq 100\%$ = kondisi lingkungan tinggi

Indeks kesehatan mangrove dapat diperoleh dengan menetapkan bobot dari setiap parameter berdasarkan penilaian ahli (Prasetya *et al.* 2017). Parameter yang dibutuhkan untuk menentukan indeks kesehatan mangrove adalah kerapatan mangrove, keanekaragaman indeks, indeks keseragaman dan spesies mangrove (Tabel 2).

Tabel 2. Indeks kesehatan mangrove

No	Parameter	Bobot (%)	Skor
1	Kerapatan pohon (ind/m ²)	30	1-3
2	Indeks keanekaragaman	25	1-3
3	Indeks keseragaman	25	1-3
4	Spesies mangrove (ind)	20	1-3

Sumber: Prasetya (2017).

Indeks kesehatan mangrove didapat melalui total hasil perkalian antara bobot dengan skor pada masing-masing parameter. Indeks Kesehatan mangrove dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (Prasetya *et al.* 2017):

$$IKM = \sum_i (W_i \times S_i)$$

Keterangan:

IKM = Indeks kesehatan mangrove

W_i = Bobot indeks ke-i

S_i = Skor indeks ke-i

Kisaran indeks kesehatan mangrove (IKM) adalah sebagai berikut:

$IKM \leq 1,6$ = Buruk

$1,6 < IKM \leq 2,4$ = Sedang

$2,4 < IKM \leq 3$ = Baik

Untuk penentuan langkah pengelolaan yang dimungkinkan untuk diambil, maka dilakukan analisis matriks hubungan antara kesehatan mangrove versus kualitas lingkungan mangrove disajikan dengan menggunakan matriks yang dikembangkan oleh Samosir (1996) (Tabel 3).

Tabel 3. Matriks rehabilitasi mangrove (Samosir, 1996)

Kualitas lingkungan mangrove	Kesehatan mangrove		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah			
Sedang			
Tinggi			

Keterangan:

Cells berwarna merah = restorasi

Cells berwarna kuning = rehabilitasi

Cells berwarna abu abu = replantasi

Cells berwarna hijau = proteksi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kesehatan mangrove

Kondisi Ekologi Mangrove

Mangrove yang ditemukan di wilayah SPTN III, Kepulauan Seribu adalah jenis *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora mucronata*, namun untuk jenis *Rhizophora mucronata* hanya terdapat di

Pulau Pramuka yaitu di stasiun 3E dan 3G. Kerapatan mangrove dengan kategori pertumbuhan pohon, anakan dan semai di ketiga pulau didominasi dengan kerapatan lebih dari 1.500 ind/ha, namun terdapat juga stasiun dengan kerapatan 1.000 ind/ha, sehingga dapat dikatakan padat/baik. Hal tersebut didasarkan pada peraturan Kepmen LH no 201 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Mangrove.

Kerapatan dan Penutupan Jenis Mangrove

Vegetasi mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka merupakan hasil dari penanam dan didominasi oleh jenis *Rhizophora stylosa*, selain itu juga ditemukan jenis *Rhizophora mucronata* di Pulau Pramuka. Kategori pertumbuhan yang mendominasi adalah anakan, sedangkan untuk kategori pohon dan semai hanya terdapat pada beberapa stasiun (Tabel 4).

Mangrove dengan kategori pohon hanya ditemukan di stasiun 3D dan 3E Pulau Pramuka dengan nilai 1050 dan 2850 ind/ha. Mangrove dengan kategori semai hanya ditemukan di beberapa stasiun pada ketiga pulau yaitu berada pada stasiun 1A, 1B, 1C Pulau Karya, stasiun 2C Pulau Panggang dan stasiun 3A, 3I Pulau Pramuka. Kerapatan tertinggi mangrove dengan kategori anakan berada pada stasiun 3B Pulau Pramuka yaitu sebesar 41600 ind/ha, sedangkan yang terendah berada pada stasiun 3E Pulau Pramuka 12800 ind/ha. Nilai penutupan mangrove jenis mangrove dari setiap kategori pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai rata-rata tertinggi penutupan jenis mangrove dengan kategori pohon berada pada stasiun 3E Pulau Pramuka dan nilai terendah penutupan jenis mangrove berada pada

stasiun 3D Pulau Pramuka. Nilai tertinggi penutupan jenis mangrove dengan kategori anakan berada pada stasiun 3E Pulau Pramuka dan nilai terendah penutupan jenis mangrove berada pada stasiun 3G Pulau Pramuka. Nilai tertinggi penutupan jenis mangrove dengan kategori semai berada pada stasiun 3A Pulau Pramuka, sedangkan nilai terendah penutupan jenis mangrove berada pada stasiun 1C Pulau Karya.

Kualitas Air Habitat Mangrove

Tabel 6 menunjukkan nilai yang diperoleh pada setiap stasiun pengamatan. Pengukuran suhu di habitat mangrove menunjukkan hasil yang bervariasi yaitu berkisar 28,5–31,8 °C. Kisaran suhu terendah berada pada Stasiun 3E dan Stasiun 3G Pulau Pramuka, sedangkan kisaran suhu tertinggi berada pada Stasiun 3H Pulau Pramuka. Pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) menunjukkan hasil yang bervariasi dengan kisaran 7,5–8,7 mg/l. Kisaran DO tertinggi berada pada Stasiun 3B Pulau Pramuka, sedangkan kisaran DO terendah berada pada Stasiun 1A Pulau Karya. Parameter kualitas air yang juga berpengaruh terhadap pertumbuhan mangrove adalah konsentrasi pH. Konsentrasi pH memiliki nilai yang bervariasi dengan kisaran 7,53–8,3. Sebaran salinitas di habitat mangrove memiliki nilai yang hampir seragam antar stasiun dengan kisaran 30–31 ppt.

Parameter kualitas air yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mangrove yaitu nitrat, nitrit dan orthofosfat. Konsentrasi nitrat pada setiap pulau memiliki nilai yang bervariasi. Nilai parameter nitrat, nitrit dan orthofosfat dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 4. Kerapatan mangrove tiap kategori pertumbuhan

Stasiun	Kerapatan pohon (ind/ha)	Kerapatan anakan (ind/ha)	Kerapatan semai (ind/ha)
Pulau Karya (1)			
Stasiun 1A	0	27.600	150.000
Stasiun 1B	0	16.600	150.000
Stasiun 1C	0	24.200	313.000
Pulau Panggang (2)			
Stasiun 2A	0	26.600	0
Stasiun 2B	0	35.000	0
Stasiun 2C	0	17.400	595.000
Pulau Pramuka (3)			
Stasiun 3A	0	33.000	300.000
Stasiun 3B	0	41.600	0
Stasiun 3C	0	20.200	0
Stasiun 3D	1.050	24.200	0
Stasiun 3E	2.850	12.800	0
Stasiun 3F	0	26.200	0
Stasiun 3G	0	24.800	0
Stasiun 3H	0	24.400	0
Stasiun 3I	0	42.200	190.000

Tabel 5. Penutupan jenis mangrove tiap kategori pertumbuhan

Stasiun	Spesies	Penutupan pohon (ind/ha)	Penutupan anakan (ind/ha)	Penutupan semai (ind/ha)
Pulau Karya (1)				
Stasiun 1A	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	29.200	250.000
Stasiun 1B	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	59.400	288.800
Stasiun 1C	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	41.900	224.400
Pulau Panggang (2)				
Stasiun 2A	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	74.300	0
Stasiun 2B	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	64.700	0
Stasiun 2C	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	28.000	244.000
Pulau Pramuka (3)				
Stasiun 3A	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	41.300	309.500
Stasiun 3B	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	24.100	0
Stasiun 3C	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	70.800	0
Stasiun 3D	<i>Rhizophora stylosa</i>	84.900	77.400	0
Stasiun 3E	<i>Rhizophora stylosa</i>	91.200	140.200	0
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0	65.300	0
Stasiun 3F	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	35.400	0
Stasiun 3G	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	47.800	0
	<i>Rhizophora mucronata</i>	0	13.600	0
Stasiun 3H	<i>Rhizophora stylosa</i>	0	53.400	0
Stasiun 3I	<i>Rhizophora stylosa</i>	0		224.500

Tabel 6. Nilai parameter suhu, DO, pH dan salinitas perairan

Stasiun	Parameter			
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	Salinitas (ppt)
Pulau Karya (1)				
Stasiun 1A	29,5 ± 0,212	7,5 ± 0,063	7,55 ± 0,014	30 ± 0,707
Stasiun 1B	29 ± 0,07	7,6 ± 0,049	7,53 ± 0,049	30 ± 0,353
Stasiun 1C	29,5 ± 0,141	7,6 ± 0,014	7,53 ± 0,035	31 ± 0,707
Pulau Panggang (2)				
Stasiun 2A	29,5 ± 0,141	7,6 ± 0,035	7,78 ± 0,099	31 ± 0,707
Stasiun 2B	29,5 ± 0,07	7,8 ± 0,063	7,78 ± 0,007	31 ± 0,353
Stasiun 2C	31,3 ± 0,141	8 ± 0,183	7,53 ± 0,014	30 ± 0,707
Pulau Pramuka (3)				
Stasiun 3A	29 ± 0,07	8,3 ± 0,021	8,2 ± 0,007	30 ± 0,353
Stasiun 3B	29,5 ± 0,141	8,7 ± 0,028	8,08 ± 0,056	30 ± 0,707
Stasiun 3C	29,5 ± 0,07	8,5 ± 0,014	8,3 ± 0,028	30 ± 0,353
Stasiun 3D	30 ± 0,212	8,3 ± 0,014	8,17 ± 0,021	30 ± 0,707
Stasiun 3E	28,5 ± 0,141	8 ± 0,028	8,1 ± 0,014	32 ± 0,707
Stasiun 3F	29 ± 0,282	8,2 ± 0,021	8,2 ± 0,028	30 ± 0,353
Stasiun 3G	28,5 ± 0,07	7,9 ± 0,042	8,2 ± 0,007	31 ± 0,707
Stasiun 3H	31,8 ± 0,141	8,3 ± 0,028	7,9 ± 0,035	30 ± 0,353
Stasiun 3I	30,7 ± 0,07	8,2 ± 0,007	8,2 ± 0,042	31 ± 0,707

Tabel 7. Nilai parameter nitrat, nitrit dan orthofosfat

No	Stasiun	Parameter		
		Nitrat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Orthofosfat (mg/l)
1	Stasiun Pulau Karya	0,03512	0,00025	0,00242
2	Stasiun Pulau Panggang	0,03808	0,00025	0,00366
3	Stasiun Pulau Pramuka	0,05586	0,00525	0,00304

Konsentrasi nitrat pada Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka masing-masing memiliki nilai sebesar 0,03512 mg/l, 0,03808 mg/l

dan 0,05586 mg/l. Konsentrasi nitrit pada setiap pulau memiliki nilai yang hampir seragam. Konsentrasi nitrat pada Pulau Karya, Pulau

Panggang dan Pulau Pramuka masing-masing memiliki nilai sebesar 0,00526 mg/l, 0,00025 mg/l dan 0,00025 mg/l. Konsentrasi orthofosfat pada setiap pulau memiliki nilai yang bervariasi. Konsentrasi nitrat pada Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka masing-masing memiliki nilai sebesar 0,00242 mg/l, 0,00366 mg/l dan 0,00304 mg/l.

Biota Asosiasi

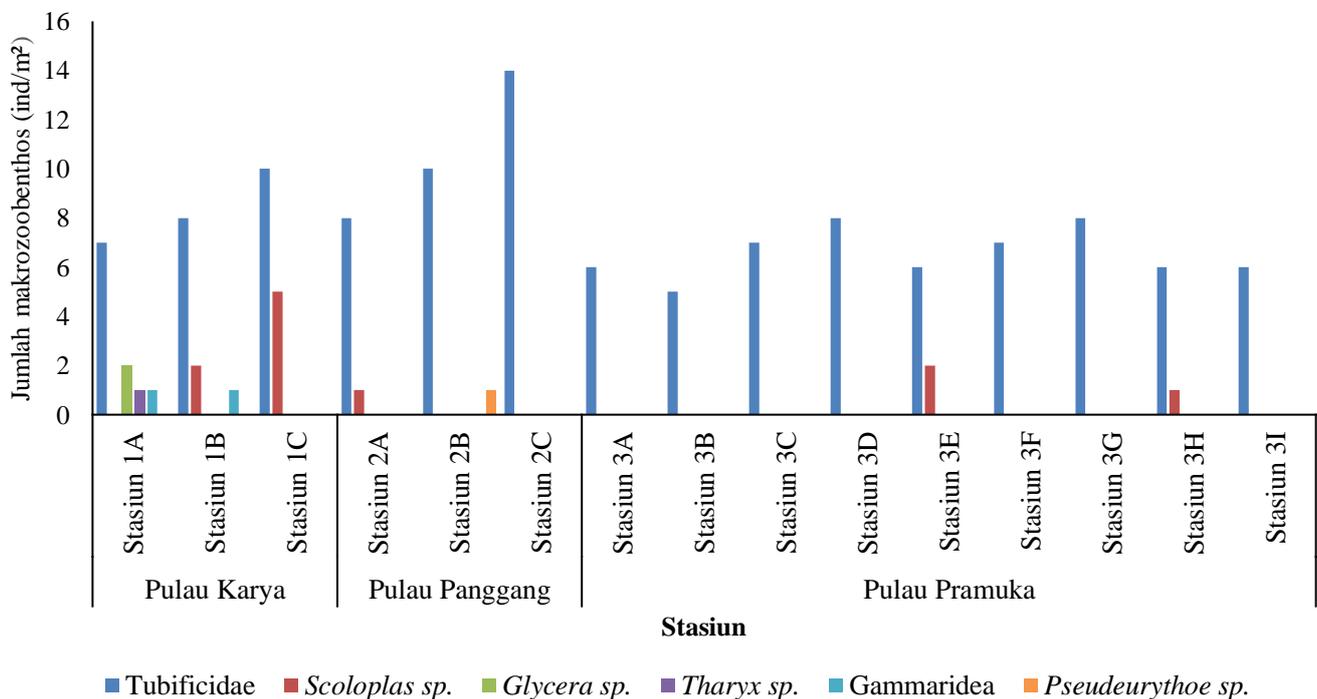
Biota makrozoobenthos yang ditemukan di ketiga pulau didominasi oleh genus Tubificidae, selain itu ditemukan juga biota dari genus Littorinidae yang berada di akar, batang dan daun mangrove. Kepadatan mangrove makrozobenthos yang ditemukan dapat dilihat pada Gambar 2.

Matriks Indeks Kesehatan dan Kualitas Lingkungan Mangrove

Matriks kombinasi antara nilai indeks kesehatan mangrove dan indeks kualitas lingkungan mangrove dapat digunakan untuk mengetahui langkah manajemen yang dapat

dilakukan, sehingga dapat menentukan saran pengelolaan. Hasil dari matriks kualitas lingkungan mangrove dan kesehatan mangrove dapat dilihat pada Tabel 8.

Strategi pengelolaan yang dapat diimplementasikan di wilayah SPTN III (Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka) adalah sistem zonasi. Pengelolaan zonasi mangrove perlu dilakukan untuk menentukan area yang sesuai untuk keberadaan mangrove berdasarkan kondisi kualitas lingkungan, kesehatan mangrove serta manfaatnya. Zona pengelolaan mangrove terbagi menjadi 4 zona, yaitu zona pemeliharaan, zona pemanfaatan wisata, zona perlindungan dan zona replantasi. Rancangan pengelolaan sistem zonasi di wilayah SPTN III terbagi menjadi 4 zonasi yaitu zona replantasi, zona pemanfaatan wisata, zona pemeliharaan dan zona perlindungan. Zonasi di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka dapat dilihat pada Gambar 3.

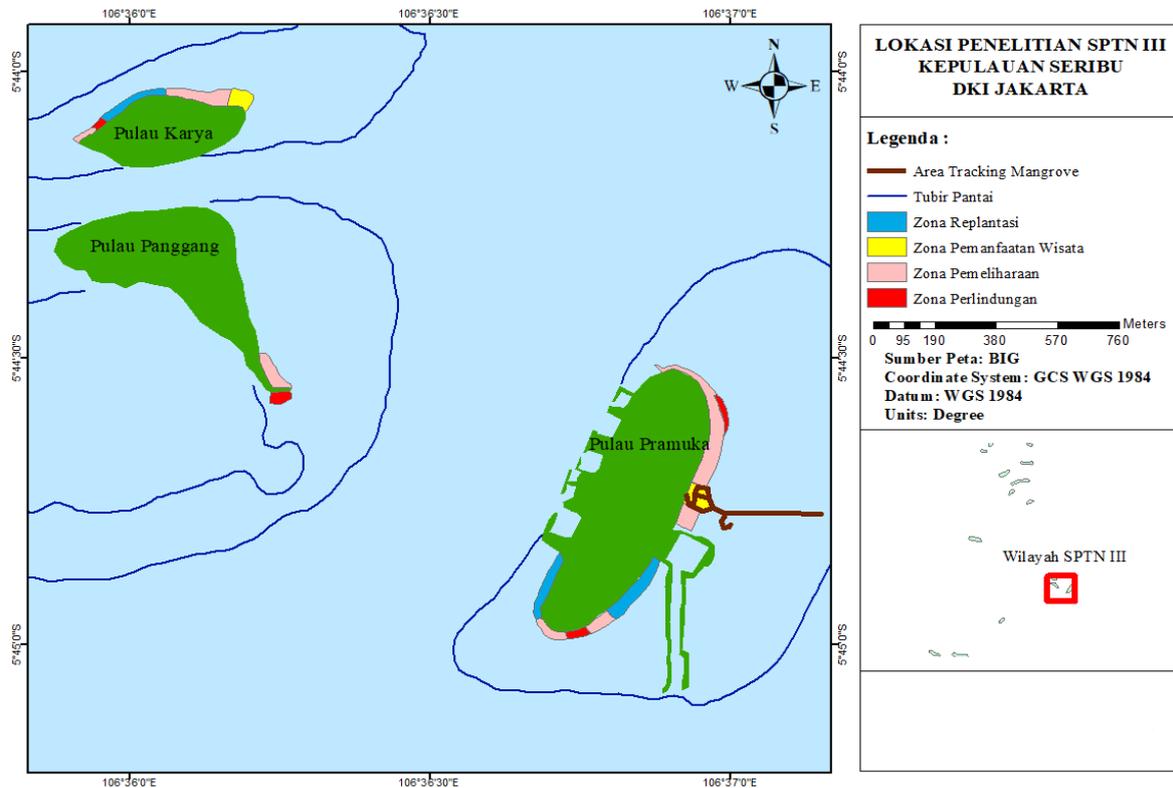


Gambar 2. Jenis dan jumlah makrozoobenthos hasil amatan

Tabel 8. Matriks kualitas lingkungan mangrove dan kesehatan mangrove, nampak bahwa ke-3 lokasi berada pada kelas yang sama, yaitu kelompok pengelolaan transplantasi.

		Kesehatan mangrove		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Kualitas lingkungan mangrove	Rendah			
	Sedang			
	Tinggi	P1, P2, P3		

P1: Pulau Karya; P2: Pulau Panggang; P3: Pulau Pramuka



Gambar 3. Zonasi pengelolaan mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka

Pembahasan

Keberadaan mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka menunjukkan bahwa memiliki tingkat kerapatan mangrove yang bervariasi. Mangrove dengan kategori semai terdapat pada stasiun di Pulau Karya, stasiun 2C Pulau Panggang, stasiun 3A dan 3I Pulau Pramuka. Nilai kerapatan semai mangrove di Pulau Karya berkisar 150.000–310.500 ind/ha, sedangkan nilai kerapatan di Pulau Panggang dan Pulau Pramuka berturut-turut sebesar 590.000 ind/ha; 190.000–300.000 ind/ha. Kerapatan mangrove dengan kategori anakan di Pulau Karya berkisar 16.600–20.760 ind/ha dan kerapatan mangrove di Pulau Panggang berisar 17.400–35.000 ind/ha. Mangrove dengan kategori pohon hanya terdapat pada stasiun 3D dan stasiun 3E Pulau Pramuka dengan nilai kerapatan jenis sebesar 1.050 dan 2.850 ind/ha. Nilai tertinggi penutupan jenis mangrove dengan kategori anakan berada pada stasiun 3E Pulau Pramuka dan nilai terendah penutupan jenis mangrove berada pada stasiun 3G Pulau Pramuka. Nilai tertinggi penutupan jenis mangrove dengan kategori semai berada pada stasiun 3A Pulau Pramuka, sedangkan nilai terendah penutupan jenis mangrove berada pada stasiun 1A Pulau Karya. Nilai kerapatan yang tinggi untuk kategori pertumbuhan anakan dan semai dapat dipengaruhi oleh nilai penutupan jenis anakan dan semai yang relatif masih berukuran kecil dengan diameter <10

cm (Agustini et al. 2016).

Kerapatan mangrove di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka memiliki tingkat kerapatan yang tinggi. Tingginya kerapatan mangrove di Pulau Pramuka diduga karena beberapa parameter kualitas air mendukung kehidupan mangrove tersebut. Kondisi nutrisi bahan organik yang cukup akan membuat pertumbuhan vegetasi mangrove yang optimum (Winata & Yuliana 2016). Selain itu, kegiatan rehabilitasi lebih banyak dilakukan di Pulau Pramuka dibandingkan Pulau Panggang dan Pulau Karya. Jumlah individu yang melimpah akan membuat nilai kerapatan yang semakin tinggi. Kerapatan yang tinggi dapat disebabkan oleh jenis substrat yang cocok dan kemampuan mangrove untuk beradaptasi dengan lingkungannya (Lahabu et al. 2015). Tingkat kerapatan mangrove yang tinggi tidak diikuti dengan pertumbuhan mangrove yang cepat. Pertumbuhan tinggi mangrove memiliki hubungan dengan ketersediaan nutrient di perairan. Menurut Bashan et al. (2013), mangrove dapat tumbuh dengan optimal dan muncul vegetasi baru setelah berumur 8 tahun.

Metode penanaman mangrove dapat mempengaruhi tingkat kerapatan mangrove. Metode penanaman yang dilakukan di ketiga pulau tersebut adalah metode rumpun berjarak. Metode rumpun berjarak digunakan untuk menyesuaikan kondisi arus pasang surut yang cukup kuat di area

pesisir pulau. Arus yang cukup kuat dapat menyebabkan mangrove berukuran semai hanyut, sehingga metode rumpun berjarak menjadi solusi dari masalah hanyutnya mangrove semai akibat arus yang kuat. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 (2004) tentang Kriteria Baku dan Penentuan Kerusakan Mangrove, mangrove dengan kategori pohon yang hanya di temukan di Pulau Pramuka termasuk dalam kategori sedang dan sangat padat. Kondisi kerapatan mangrove dengan kategori pertumbuhan anakan di ketiga pulau (Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka) memiliki kriteria yang sangat padat.

Jenis sedimen yang mendominasi di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka adalah sedimen pasir. Sedimen pasir dapat memengaruhi pertumbuhan mangrove di Kepulauan Seribu dikarenakan mangrove biasa hidup di sedimen lumpur (*mud*) yang kaya akan nutrien. Umumnya mangrove hidup pada daerah pesisir yang terlindung dan tidak bisa hidup pada pantai yang terjal serta memiliki arus pasang surut yang kuat. Biasanya mangrove tumbuh lebat di pantai berlumpur yang berombak lemah (Sukardjo 1984). Menurut Lewerissa dan Latumahina (2018), hasil dari penelitiannya mangrove jenis *Rhizophora stylosa* dapat hidup di substrat pasir (*sand*) dan lumpur (*mud*). Tekstur substrat yang didominasi pasir memiliki kemampuan untuk menyimpan unsur hara yang rendah (Rinaldi et al. 2019).

Mangrove dengan kategori pohon hanya ditemukan di stasiun 3D dan stasiun 3E Pulau Pramuka. Nilai tertinggi indeks kesehatan mangrove berada pada stasiun 3E Pulau Pramuka yaitu 1,6. Nilai kerapatan pohon yang diperoleh dari stasiun 3D dan 3E Pulau Pramuka sebesar 1.050 ind/m² dan 2.850 ind/ha. Kerapatan pohon menjadi indikator yang memiliki bobot terbesar dibandingkan dengan indikator yang lain. Nilai kerapatan pohon pada stasiun 3E lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 3D Pulau Pramuka. Mangrove pada stasiun 3E Pulau Pramuka merupakan area yang pertama kali dilakukan penanaman mangrove yaitu pada tahun 2002. Kategori pohon ditemukan di Pulau Pramuka dikarenakan pada beberapa area mangrove di Pulau Pramuka sudah ditanam sejak 2002 (Haryanto 2013).

Stasiun yang terdapat 2 jenis mangrove hanya berada pada stasiun 3E dan 3G Pulau Pramuka, sehingga nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman hanya terdapat di kedua stasiun tersebut. Stasiun yang lain bernilai 0 atau tidak memiliki nilai keanekaragaman dan keseragaman

karena hanya terdapat 1 spesies saja. Indeks keanekaragaman dan keseragaman stasiun 3E sebesar 0,285 dan 0,142, sedangkan pada stasiun 3G sebesar 0,28 dan 0,14. Nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman di seluruh pulau termasuk kategori tingkat keanekaragaman rendah dan keseragaman yang rendah. Hal tersebut karena pada keseluruhan stasiun memiliki nilai indeks keanekaragaman < 1 dan nilai indeks keseragaman < 0,4 (Renta et al. 2016). Mangrove pada stasiun 3E dan 3G terdapat 2 jenis yaitu *Rhizophora stylosa* dan *Rhizophora mucronata*. Nilai total indeks kesehatan mangrove yang diperoleh pada Pulau Karya dan Pulau Panggang bernilai 1. Nilai total indeks kesehatan mangrove pada pulau Pramuka berkisar 1–1,6 meskipun begitu nilai tersebut termasuk ke dalam kategori kesehatan mangrove yang buruk (rendah).

Pengelolaan wilayah SPTN III (Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka) saat ini termasuk ke dalam zona permukiman/zona pemanfaatan II. Zona permukiman/zona pemanfaatan II diperuntukkan untuk pemanfaatan tradisional pemenuhan kebutuhan sehari-hari masyarakat setempat dan wisata alam. Pengelolaan ekosistem di wilayah SPTN III (Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka) dikelola oleh Resort Pengelolaan Wilayah (RPW) Pulau Pramuka. Pengelolaan yang dilakukan oleh Resort Pengelolaan Wilayah (RPW) Pulau Pramuka mencakup pengelolaan ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang. Mangrove di wilayah SPTN III selain dikelola oleh Resort Pengelolaan Wilayah (RPW) Pulau Pramuka, masyarakat di kepulauan juga berperan dalam pengelolaan mangrove yaitu menyediakan bibit mangrove serta ikut dalam kegiatan penanaman mangrove di pulau.

Pengelolaan mangrove sebelumnya yang dilakukan di Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka adalah dengan kegiatan rehabilitasi mangrove. Kegiatan rehabilitasi mangrove yang dilakukan di Pulau Pramuka sudah dimulai pada tahun 2002, sedangkan penanaman mangrove di Pulau Karya dan Pulau Panggang baru dilakukan pada tahun 2007. Wilayah di SPTN III merupakan kawasan yang kurang optimal bagi keberadaan mangrove, meskipun begitu perlu dilakukan penanaman mangrove mengingat fungsi/manfaat mangrove yang penting untuk lingkungan dan masyarakat pulau. Penanaman mangrove di ketiga pulau bertujuan untuk menjaga area pulau dari hempasan ombak dan angin kencang, sebagai habitat biota perairan serta sebagai ekowisata mangrove.

Keberadaan mangrove berdampak positif bagi lingkungan dan masyarakat. Sistem perakaran mangrove akan menjaga wilayah kepulauan dari abrasi, penahan sedimen dan penahan ombak yang cukup kencang di wilayah kepulauan. Selain itu, keberadaan mangrove juga berfungsi sebagai tempat hidup biota perairan seperti ikan dan udang, sehingga ketersediaan sumberdaya ikan akan terjaga. Menurut Harahab (2009), keberadaan mangrove akan meningkatkan ketersediaan sumberdaya ikan sehingga akan meningkatkan juga hasil tangkapan ikan para nelayan. Kegiatan penanaman mangrove perlu dilakukan untuk memperluas area mangrove yang sudah ada sebelumnya, karena jika area mangrove bertambah luas di ketiga pulau tersebut akan berdampak pada meningkatnya keberadaan sumberdaya ikan di daerah tersebut.

Kondisi kualitas lingkungan mangrove dan kesehatan mangrove di semua stasiun pada ketiga pulau memiliki nilai yang sama yaitu kualitas lingkungan yang tinggi/baik dan nilai kesehatan mangrove yang rendah/buruk sehingga perlu dilakukan replantasi. Nilai indeks kesehatan yang rendah di setiap stasiun menandakan bahwa terdapat parameter dalam indeks tersebut yang memiliki nilai rendah, sehingga untuk kedepannya perlu dilakukan replantasi (penanaman) mangrove dengan jenis yang beragam. Replantasi (penanaman) mangrove dengan jenis yang beragam perlu memperhatikan jenis mangrove yang akan ditanam. Mangrove yang ditanam harus memiliki daya tahan yang cukup tinggi untuk hidup di habitat tersebut.

Strategi pengelolaan yang dapat diimplementasikan adalah sistem zonasi. Pengelolaan zonasi mangrove perlu dilakukan untuk menentukan area yang sesuai untuk keberadaan mangrove berdasarkan kondisi kualitas lingkungan, kesehatan mangrove serta manfaatnya. Zona pengelolaan mangrove terbagi menjadi 4 zona, yaitu zona pemeliharaan, zona pemanfaatan wisata, zona perlindungan dan zona replantasi.

Zona pemeliharaan mangrove dilakukan pada area mangrove yang memiliki nilai kerapatan mangrove sedang sampai tinggi yaitu berada pada bagian utara, timur dan selatan Pulau Pramuka, bagian utara Pulau Karya serta bagian selatan Pulau Panggang. Tingkat kerapatan mangrove yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai perlindungan area pemukiman dari hempasan ombak serta dapat dijadikan sebagai filter alami dan penahan sedimen. Zona pemanfaatan wisata dilakukan pada area yang sebelumnya sudah ditentukan sebagai *area tracking* mangrove yang terletak pada bagian

timur Pulau Pramuka dan keberadaan mangrove di wisata pantai Pulau Karya, sehingga dapat menjadi daya tarik tambahan untuk dijadikan zona pemanfaatan wisata.

Zona perlindungan dilakukan pada area pembibitan mangrove yaitu berada pada bagian timur Pulau Pramuka, bagian utara Pulau Karya dan bagian selatan Pulau Panggang. Zona perlindungan diperlukan untuk menjaga semai mangrove agar dapat tumbuh sampai dengan kategori pertumbuhan anakan. Zona replantasi dilakukan pada area yang masih belum ditanami mangrove yaitu berada pada bagian utara Pulau Karya serta bagian barat dan bagian timur Pulau Pramuka.

KESIMPULAN

Nilai indeks kualitas lingkungan pada ketiga pulau (Pulau Karya, Pulau Panggang dan Pulau Pramuka) termasuk ke dalam kualitas lingkungan yang tinggi (baik) namun pada nilai kondisi kesehatan mangrove masih tergolong ke dalam kategori rendah (buruk). Rancangan strategi berupa replantasi dan pengelolaan berbasis zonasi di wilayah SPTN III TNKS berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap kondisi ekologi mangrove di wilayah tersebut.

Diperlukannya kegiatan penanaman (replantasi) mangrove yang merata di setiap pulau yang berada di SPTN III, Kepulauan Seribu, sehingga pulau-pulau di wilayah SPTN III Kepulauan Seribu terjaga dari hempasan ombak atau angin serta dapat membuat fungsi mangrove sebagai tempat hidup bagi beberapa biota semakin baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak Taman Nasional Kepulauan Seribu, khususnya SPTN III Kepulauan Seribu atas ijin penelitian dan fasilitas akomodasi selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini NT, Ta'alidin Z, Purnama D. 2016. Struktur komunitas mangrove di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*. 1(1):19–31.
- Assuyuti YM, Rijaluddin AF. 2016. Studi penilaian ekosistem mangrove hasil tanam berdasarkan keberadaan gastropoda di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Journal of Marine and Aquatic Science*. 2(2):73-77.
- Azkie FA, Anggoro S, Taruna T. 2013. Kajian kualitas lingkungan mangrove di Dukuh

- Tambaksari Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Di dalam: Hadi SP, Purwanto, Sunoko HR, Purnaweni H, editor. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan; 2013 Sep 10; Semarang, Indonesia. Semarang: Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro: hlm 556–563.
- Bashan Y, Moreno M, Salazar BG, Alvarez L. 2013. Restoration and recovery of hurricane-damaged mangroves using knickpoint retreat effect and tides as dredging tools. *Jenvman*. 116:196-203.
- Bengen DGB, Yonvitner, Rahman. 2022. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor (ID): IPB Press. 76pp.
- Efriyeldi E, Mulyadi A, Samiaji J. 2020. Condition of mangrove ecosystems in sungai Apit Siak Distric Based on standard damage criteria and quality indicators mangrove environment. *IOP Conference Series Earth Environmental Science*. 430(1):1–10.
- Harahab N. 2009. Pengaruh ekosistem hutan mangrove terhadap produksi perikanan tangkap (studi kasus di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur). *Journal Fisheries Science*. 11(1):100–106.
- Haryanto A. 2013. Efektifitas rehabilitasi mangrove di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2004b. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Jakarta: KLHK.
- Lahabu Y, Schaduw JNW, Windarto AB. 2015. Kondisi ekologi mangrove di Pulau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 2(1):41-52.
- Lewerissa YA, Latumahina MSMB. 2018. Studi penilaian ekosistem mangrove hasil tanam berdasarkan keberadaan gastropoda di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Triton*. 14(1):1–9.
- Poedjirahajoe E, Widyorini R, Mahayani NPD. 2011. Kajian ekosistem mangrove hasil rehabilitasi pada berbagai tahun tanam untuk estimasi kandungan ekstrak tanin di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 5(2):99–107.
- Pramudji. 2001. Ekosistem hutan mangrove dan peranannya sebagai habitat berbagai fauna akuatik. *Oseana*. 26(4):13–23.
- Prasetya JD, Ambariyanto, Supriharyono, Purwanti F. 2017. Mangrove health index as part of sustainable management in mangrove ecosystem at Karimunjawa National Marine Park Indonesia. *Advice Science Letter*. 23(4):1–7.
- Prihadi DJ, Riyantini I, Ismail MR. 2018. Pengelolaan kondisi ekosistem mangrove dan daya dukung lingkungan kawasan wisata bahari mangrove di kawasan wisata bahari mangrove di Karangsong, Indramayu. *Jurnal Kelautan Nasional*. 13(1):53-64.
- Rahman, Yanuarita D, Nurdin N. 2014. Struktur komunitas mangrove di Kabupaten Muna. *Torani – Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*. 24 (2):29–36.
- Rahman, Wardiatno Y, Yulianda F, Rusmana I, Bengen DGB. 2020. *Metode dan Analisis Studi Ekosistem Mangrove*. Bogor (ID): IPB Press. 124pp.
- Renta PP, Pribadi R, Zainuri M, Utami MAF. 2016. Struktur komunitas mangrove di Desa Mojo Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. *Jurnal Enggano*. 1(2):1–10.
- Rinaldi I, Iskandar, Riyantini I, Astuti S. 2019. Condition of the mangrove vegetation in Ciletuh Geopark, Sukabumi Regency, West Java. *Global Science Journal*. 7(4):282–297.
- Samosir AM. 1996. Mangrove and Aquaculture Rehabilitation in Madura Strait. Java: A Community-Based Programme for Coastal Resources Management. Paper presented at an International Workshop on the Rehabilitation of Degraded Coastal Systems. Department of Natural and Rural System Management, University of Queensland, Lawes, QLD 4343, Australia. 16 pp.
- Septriana S. 2000. Kualitas lingkungan dan kondisi kesehatan mangrove di Banyuwedang, Taman Nasional Bali Barat, Provinsi Bali. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukardjo S. 1984. Ekosistem Mangrove. *Oseana*. 9(4):102–115.
- SNI. 2011. Survei dan pemetaan mangrove. SNI, Jakarta. 14 pp.
- Suzana BOL, Timban J, Kaunang R, Ahmad F. 2011. Valuasi ekonomi sumberdaya hutan mangrove di Desa Palaes Kecamatan Likupang Barat Kabupaten Minahasa Utara. *Agri-Sosioekonomi*. 7(2):29–38.
- Takarendehang R, Sondak CFA, Kaligis E, Kumampung D, Manembu IS, Rembet UNWJ. 2018. Kondisi ekologi dan nilai manfaat hutan mangrove di Desa Lansa, Kecamatan Wori,

Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*. 2(1):45–52.

Winata A dan Yuliana E. 2016. Tingkat keberhasilan penanaman pohon mangrove (kasus: pesisir Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu). *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 7(1):29-39.