

MAKRO DEBRIS PADA EKOSISTEM MANGROVE DAN PENGARUHNYA TERHADAP VEGETASI MANGROVE DI PULAU KELAPA DUA

Ayuni Meidiana Putri^{1*}, Dzalwa Nizar Azhara^{1*}, Zahrani Salsabila^{1*}, Alike Tsabita^{1*}, Yeni Dwi Yuliawati^{1*}, Aidin Fitrah Bachtiar^{1*}, Adelia Febrianti^{1*}, Anisa Maulida Rahmah^{1*}

¹Study Program of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science, Padjadjaran University Jl. Raya Bandung-Sumedang, KM 21 Jatinangor, Sumedang, West Java 45363, Indonesia

*Corresponding author: ayuni20001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki fungsi ekologis yang penting seperti penyerap karbon alami, remediasi polutan, pencegahan abrasi serta intrusi. Tekanan ekologis yang paling umum ditemui di lingkungan adalah sampah laut, termasuk pada ekosistem mangrove, misalnya sampah laut dalam kategori *makro debris*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tekanan ekologis pada ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, mengidentifikasi kondisi ekosistem mangrove yang terpengaruh oleh *makro debris* di Pulau Kelapa Dua, mengetahui kondisi vegetasi ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, dan mengidentifikasi keterkaitan antara tekanan ekologis ekosistem mangrove terhadap vegetasi mangrove di Pulau Kelapa Dua. Penelitian ini dilakukan dengan survey *makro debris*, survey kualitas perairan, survey kondisi vegetasi mangrove, analisis korelasi kondisi kepadatan mangrove dengan tekanan ekologis. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, Provinsi Jakarta, jenis mangrove yang ditemukan di tiga stasiun adalah satu spesies, yaitu *Rhizophora stylosa* (RS). Jenis mangrove yang ditemukan hanya semai dan pancang, tidak ada pohon. Jenis semai lebih banyak dibandingkan dengan pancang. Kepadatan pancang dan semai tergolong rendah di stasiun 1. Sementara itu pada stasiun 2 dan 3, jenis mangrove yang ditemukan hanya pancang. Pada kualitas perairan hanya diambil 2 stasiun saja yaitu pada stasiun 1 dan 3 dengan parameter yang diamati berupa pH, suhu, dan salinitas. Didapatkan hasil bahwa pada stasiun 1 maupun 3 kondisi perairan termasuk baik dalam mendukung kestabilan ekosistem mangrove. Diantara parameter kualitas air yang diamati, pH memiliki korelasi tertinggi terhadap kepadatan mangrove khususnya pada jenis *Rhizophora sp.* Makro debris tidak saling berhubungan dengan ekosistem mangrove.

Kata Kunci: Mangrove, Kelapa Dua, Makro debris, Perairan

1. PENDAHULUAN

Ekosistem hutan mangrove adalah suatu ekosistem di daerah tepi pantai dan merupakan sistem yang terdiri atas organisme yang berinteraksi dengan lingkungannya pada suatu habitat hutan mangrove (Khairunnisa et al., 2020). Hutan mangrove memiliki fungsi ekologis yang penting seperti penyerap karbon alami, remediasi polutan, pencegahan abrasi serta intrusi (Wiryanto et al., 2017). Selain itu, ekosistem hutan mangrove juga merupakan salah satu ekosistem yang memiliki produktivitas yang tinggi jika dibandingkan ekosistem lain dengan dekomposisi bahan organik yang juga tinggi. Hal tersebut menjadikannya sebagai mata rantai ekologis yang penting bagi kehidupan makhluk hidup yang berada di perairan sekitarnya (Karimah, 2017). Vegetasi mangrove sendiri merupakan komunitas tumbuhan yang tumbuh pada zona pasang surut di sepanjang garis pantai dan dipengaruhi oleh kualitas lingkungan (Rusydi et al., 2015).

Namun, meski memberikan banyak manfaat ekosistem pesisir termasuk ekosistem mangrove terancam sebagai salah satu ekosistem paling kritis di dunia (Sifleet et al., 2011). Indonesia sendiri kehilangan sekitar 5,6 % atau sekitar 204,698 ha hutan mangrove setiap tahunnya, dimana faktor utama yang menyebabkan adanya kerusakan tersebut adalah adanya tekanan ekologis (Sondak et al., 2019). Secara umum, terdapat dua jenis tekanan utama yang menjadi penyebab terjadinya degradasi hutan mangrove, yaitu tekanan eksternal dan tekanan internal. Tekanan eksternal sendiri merupakan tekanan yang datang dari luar ekosistem mangrove, seperti peralihan fungsi lahan, tambak udang, objek wisata, maupun industri. Sedangkan tekanan internal merupakan tekanan yang diakibatkan dari masyarakat sekitar hutan mangrove untuk memanfaatkan ekosistem tersebut (Arizona & Sunarto, 2009).

Tekanan ekologis yang paling umum ditemui di lingkungan adalah sampah laut, termasuk pada ekosistem mangrove, misalnya sampah laut dalam kategori *makro debris*. Pencemaran sampah dapat mempengaruhi fungsi maupun kualitas dari ekosistem mangrove, adapun sebagian besar sampah laut akan terdistribusi pada ekosistem

mangrove dan terakumulasi pada sedimen serta akar mangrove (Smith, 2012). Selain itu, pencemaran sampah juga dapat menyebabkan gangguan terhadap aerasi udara pada sistem perakaran mangrove (Silmarita et al., 2020). Pulau Kelapa Dua merupakan pulau terbuka yang berada di jalur yang ramai dengan aktivitas penyeberangan transportasi laut antar pulau, sehingga besar kemungkinan aktivitas tersebut mengakibatkan pencemaran sampah terutama sampah plastik yang masuk ke kawasan mangrove.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tekanan ekologis pada ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, mengidentifikasi kondisi ekosistem mangrove yang terpengaruh oleh *makro debris* di Pulau Kelapa Dua, mengetahui kondisi vegetasi ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, dan mengidentifikasi keterkaitan antara tekanan ekologis ekosistem mangrove terhadap vegetasi mangrove di Pulau Kelapa Dua. Penelitian ini dilakukan dengan survey *makro debris*, survey kualitas perairan, survey kondisi vegetasi mangrove, analisis korelasi kondisi kerapatan mangrove dengan tekanan ekologis

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat dan Waktu

Lokasi pengambilan data berada di Pulau Kelapa Dua yang merupakan salah satu dari tiga seksi Taman Nasional yang ada di Kepulauan Seribu. Pulau Kelapa Dua terletak pada koordinat 5°64' 95" LS dan 106° 56' 82" BT dengan kondisi morfologi pantainya yang berpasir serta dipenuhi oleh vegetasi mangrove. Waktu pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 12 Agustus 2022.

2.2 Bahan dan Alat

Berikut ini merupakan beberapa bahan dan alat yang digunakan ketika proses pengambilan data di Pulau Kelapa Dua.

Tabel 1. Bahan dan alat yang digunakan dalam pengambilan data

No	Bahan dan Alat	Fungsi
1	Laptop	Untuk mengolah dan menganalisis data yang didapatkan
2	<i>Microsoft Excel</i>	Sebagai aplikasi pengolah data
3	Kamera digital	Untuk mendokumentasikan kegiatan
4	Meteran roll	Untuk mengukur panjang dan lebar transek
5	Meteran jahit	Untuk mengukur lingkaran batang pohon mangrove
6	<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Untuk menentukan posisi/lokasi pengambilan data
7	Buku identifikasi mangrove	Sebagai acuan dalam mengidentifikasi spesies mangrove
8	Alat tulis	Sebagai alat bantu untuk menuliskan data yang didapat
9	<i>Data sheet</i>	Untuk mencatat informasi yang didapatkan di lapangan
10	Formulir data sampah	Untuk mencatat jenis sampah yang ditemukan
11	Tali rafia	Sebagai pembatas transek
12	Gunting	Sebagai alat bantu memotong tali rafia
13	Plastik sampah	Sebagai wadah sampah yang ditemukan di lokasi
14	<i>pH meter</i>	Alat untuk mengukur pH air
15	<i>DO meter</i>	Alat untuk mengukur kadar <i>dissolved oxygen</i> /oksigen terlarut

16	<i>Thermometer</i>	Alat untuk mengukur suhu air
17	Refraktometer	Alat untuk mengukur salinitas air
18	<i>Secchi disk</i>	Alat untuk mengukur kecerahan air
19	Timbangan	Alat untuk menimbang bobot sampah

2.3 Metode

Data yang akan digunakan merupakan data primer dari 3 stasiun dimana data tersebut didapat dengan cara melakukan pengumpulan data menggunakan metode *transect line plot* yang merupakan kombinasi antara metode garis dan petak. Data diambil secara langsung di lokasi penelitian dengan menarik transek garis dengan panjang 100 m dari kelompok mangrove terluar (bagian pantai) menuju ke arah dalam kelompok mangrove (bagian daratan). Data primer yang didapatkan terdiri dari jumlah dan bobot *makro debris*, data kualitas air, dan kerapatan jenis mangrove. Data-data yang diperoleh kemudian diobservasi dan dilakukan analisis korelasi kondisi kerapatan mangrove dengan tekanan ekologisnya.

2.2.1 Survey Makro Debris

Metode yang digunakan dalam survei makro debris untuk data *makro debris* yang ada pada ekosistem mangrove dilakukan dengan pengumpulan sampel yang ada pada bagian atas sedimen ataupun bagian yang tergenang dalam ukuran makro >2,5 cm. Langkah pengambilannya dilakukan dengan mengambil *makro debris*, lalu dipilah berdasarkan klasifikasi pada setiap transek dan diidentifikasi sesuai dengan komposisi jenisnya serta pengelompokkan dan penghitungan total limbah. Adapun kategori *makro debris* dapat dibagi menjadi organik, kertas, plastik, logam, dan lain-lain. Sehingga, dapat digunakan perhitungan total jenis sesuai penelitian yang dilakukan oleh Djaguna et al. (2019) sebagai berikut:

$$JnX = \frac{JnTransek\ 1 + JnTransek\ 2 + JnTransek\ 3}{X\ transek}$$

Keterangan:

Jn = Jumlah sampah jenis n (buah)

2.2.2 Survey Kualitas Perairan

Survei kualitas perairan yang akan diamati menggunakan metode analisis kualitas perairan sesuai dengan APHA, AWWA, WEF (2012) dengan parameter fisik berupa suhu dan parameter kimia meliputi pH dan salinitas.

Tabel 2. Parameter Uji Kualitas Perairan

Parameter	Satuan	Metode/alat
Fisika		
Suhu	°C	<i>Thermometer</i>
Kimia		
pH	-	<i>Colometric</i>
Salinitas	ppt	<i>Refraction</i>

2.2.3 Survey Kondisi Vegetasi Mangrove

Metode yang digunakan pada pengamatan ini adalah metode *Transect Line Plot* metode tersebut digunakan karena merupakan metode kombinasi antara metode transek garis dan transek kuadran (English et al., 1998). Metode tersebut dilakukan dengan cara menarik garis dari tegakan mangrove terluar dengan tegak lurus garis pantai yang menuju arah daratan, selanjutnya transek dengan 3 ukuran berbeda dibuat di mana masing-masing kategori yaitu pohon, pancang, dan semai.

Data lapangan mengenai kondisi kerapatan vegetasi mangrove dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Stasiun pengamatan yang telah ditetapkan ditempatkan transek dengan menarik garis lurus dan tegak lurus dari perairan pantai ke arah darat (persegi panjang ke garis pantai sepanjang zonasi hutan mangrove di intertidal).
2. Setiap transek persegi panjang terdapat tiga plot sampel. Transek yang berukuran 10 x 10 m digunakan untuk menghitung jumlah pohon yang berdiameter > 10 cm. Transek 5 x 5 m digunakan untuk menghitung jumlah pancang yang memiliki diameter 2 – 10 cm. Transek berukuran 1 x 1 m digunakan untuk menghitung jumlah semai, berdiameter < 2 cm.
3. Selanjutnya setiap plot sampel ditentukan spesies mangrove, dihitung jumlah individu menurut spesies, dan lingkaran batang pohon diukur setinggi dada atau setinggi kurang lebih 1,3 m.



Gambar 1. Visualisasi transek line plot untuk pengambilan data vegetasi mangrove

Kondisi vegetasi mangrove didapatkan melalui perhitungan ekologi komunitas mangrove pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Ditinjau dari persentase tutupan dan dominansi mangrove. Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan kerapatan jenis, frekuensi, dominansi, indeks nilai penting, serta indeks keanekaragaman mengikuti perhitungan English et al. (1998).

1. Kerapatan jenis dan kerapatan relatif

$$K_i = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas seluruh petak}} \quad KR = \frac{\text{Kerapatan jenis } (K_i)}{\text{Kerapatan total seluruh jenis}} \times 100\%$$

2. Frekuensi jenis dan frekuensi relatif

$$F_i = \frac{\text{Jumlah petak ditemukanya spesies ke-i}}{\text{Jumlah seluruh petak}}$$

$$FR_i = \frac{\text{Frekuensi spesies ke-1 } (F_i)}{\text{Frekuensi total seluruh jenis}} \times 100\%$$

3. Dominansi

$$D = \sum P_i^2 \quad P_i = \frac{n_i}{N}$$

4. Tutupan jenis dan tutupan relatif

$$C = \frac{\text{Luas Bidang Dasar Spesies ke-i}}{\text{Luas seluruh petak}}$$

$$LBDS = 1/4\pi d^2$$

$$CR = \frac{\text{Tutupan jenis ke-i}}{\sum \text{Tutupan jenis}} \times 100\%$$

5. Indeks Nilai Penting (INP)

$$INP = KR + FR + CR$$

6. Indeks Keanekaragaman

Analisis data yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman spesies menggunakan persamaan indeks keanekaragaman Shannon – Wiener (Krebs, 1994), sebagai berikut.

$$H' = -\sum_{i=1}^R p_i \ln p_i$$

Dimana:

H' = indeks Shannon-wiener

P_i = kelimpahan relative dari spesies ke-I (n/N)

n_i = jumlah individu suatu jenis

N = jumlah total untuk semua individu

Adapun kriteria untuk indeks Shannon – Wiener adalah sebagai berikut:

$H' \leq 1$ = Diversitas rendah, jumlah individu tidak seragam, ada spesies yang dominan.

$1 \leq H' \leq 3$ = Diversitas sedang, jumlah individu hampir seragam, ada beberapa spesies yang dominan.

$H' \geq 3$ = Diversitas tinggi, jumlah individu seragam, tidak ada spesies yang dominan.

2.2.4 Analisis Korelasi Konsisi Kerapatan Mangrove Terhadap Tekanan Ekologis

Analisis korelasi adalah suatu analisis guna mengetahui korelasi atau pengaruh antara dua variabel atau lebih. Analisis korelasi sebab-akibat digunakan pada pengamatan kali ini dengan tujuan mengetahui pengaruh dari tekanan ekologis berupa *makro debris* dan kualitas perairan terhadap kondisi kerapatan mangrove. Dalam mengetahui bagaimana pengaruh masing-masing variabel independen dan dependen, digunakan analisis regresi linier yang diformulasikan dalam bentuk persamaan berikut:

$$Y = a + bX$$

Untuk mengetahui nilai konstanta a dan b dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$a = \frac{\sum Y_i \sum X_i^2 - \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum Y_i \sum X_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

Keterangan:

Y = Variabel dependen

a = Harga Y ketika $X = 0$ (harga konstan)

b = Koefisien regresi

X = Variabel independen

Dalam mencari tahu mengenai kuat atau tidaknya hubungan antara variabel independen dan dependen serta menentukan arah dari kedua variabel akan dihitung menggunakan koefisien korelasi. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{\left(n \sum (X_i)^2 - (\sum X_i)^2 \right) \left(n \sum (Y_i)^2 - (\sum Y_i)^2 \right)}}$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi

X = Variabel independen

Y = variabel dependen

Untuk kekuatan hubungan nilai koefisien korelasi berada diantara -1 dan 1, sedangkan untuk arah dalam bentuk positif dan negatif.

Tabel 2. Kriteria koefisien korelasi (Siregar, 2014)

Nilai Korelasi (R)	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 0,100	Sangat kuat

Setelah perhitungan korelasi selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien determinasi yang berguna dalam mengetahui besarnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Pada penggunaannya, koefisien determinasi ini dinyatakan dalam persentase (%) dengan persamaan berikut:

$$Kd = r^2 \times 100\%$$

Keterangan:

Kd = Koefisien Determinasi

r^2 = Koefisien korelasi

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil analisis makro debris pada ekosistem mangrove dan pengaruhnya terhadap vegetasi mangrove di pulau kelapa dua sebagai berikut.

3.1 Makro Debris

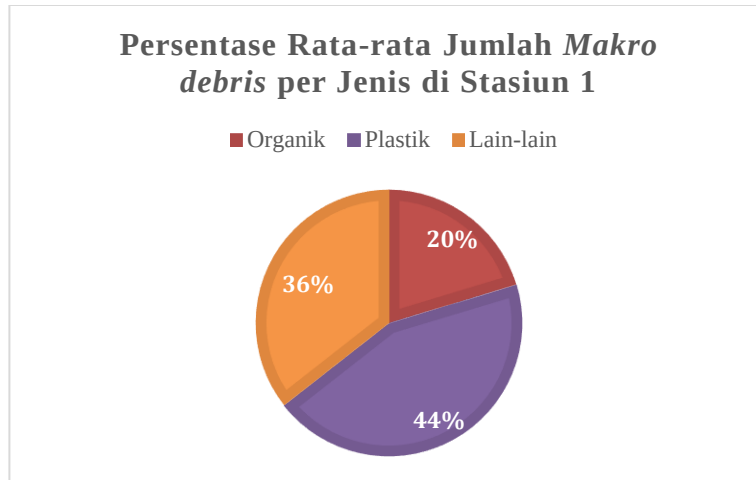
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tanggal 13 Agustus 2022 di Pulau Kelapa Dua, diperoleh hasil bahwa terdapat beragam jenis *makro debris* mulai dari sampah organik, plastik, dan lain-lain (jaring, pelampung, sandal, popok bayi, *styrofoam*, dan sapu) dengan data sebagai berikut:

a. Stasiun 1

Tabel 3. Data Makro debris Stasiun 1

Plot	Stasiun	Volume Akumulasi Sampah					Total
		Organik	Anorganik				
			Kertas	Plastik	Logam		
1	1	0	-	3	-	2	5
2		0	-	3	-	1	4
3		12	-	20	-	18	50
Rata-rata		4	0	9	0	7	20

Jumlah rata-rata *makro debris* yang didapatkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 4.** *Makro debris* jenis plastik lebih mendominasi dibandingkan dengan jenis *makro debris* yang lain dengan jumlah rata-rata 9 buah. Kemudian diikuti oleh *makro debris* lain-lain dengan jumlah rata-rata 7 buah, serta sampah organik dengan jumlah rata-rata 4 buah. Secara keseluruhan, total rata-rata dari *makro debris* jenis organik, plastik, dan logam adalah 20 buah. Sementara itu, *makro debris* jenis kertas dan logam tidak ditemukan pada stasiun 1. Adapun untuk persentase rata-rata jumlah *makro debris* per jenis di stasiun 1 dapat dilihat pada **Gambar 3.**



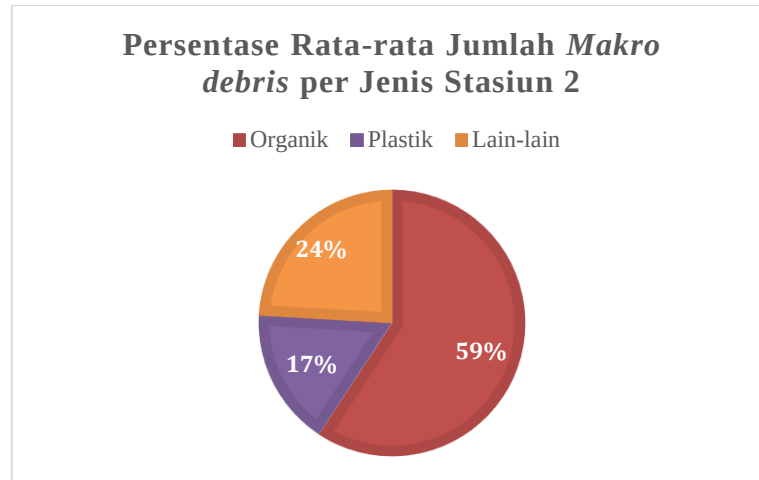
Gambar 2. Persentase Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis di Stasiun 1

b. Stasiun 2

Tabel 4. Data Makro debris Stasiun 2

Plot	Stasiun	Volume Akumulasi Sampah					Total
		Organik	Anorganik			Lain-lain	
			Kertas	Plastik	Logam		
1	2	18	-	5	-	9	32
2		14	-	4	-	4	22
3		0	-	0	-	0	0
Rata-rata		11	0	3	0	4	18

Berdasarkan data pada **Tabel 5**, dapat dilihat bahwasanya total rata-rata jumlah *makro debris* di stasiun 2 yakni 18 buah. Sampah organik lebih mendominasi dibanding *makro debris* jenis lainnya, dengan jumlah rata-rata sebanyak 11 buah, yang kemudian jumlah rata-ratanya diikuti oleh *makro debris* jenis lain-lain sebanyak 4 buah, serta *makro debris* jenis plastik dengan jumlah rata-rata sebanyak 3 buah. Sementara itu, tidak ditemukan *makro debris* jenis kertas dan logam pada stasiun 2 ini. Adapun untuk persentase rata-rata jumlah *makro debris* per jenis di stasiun 2 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



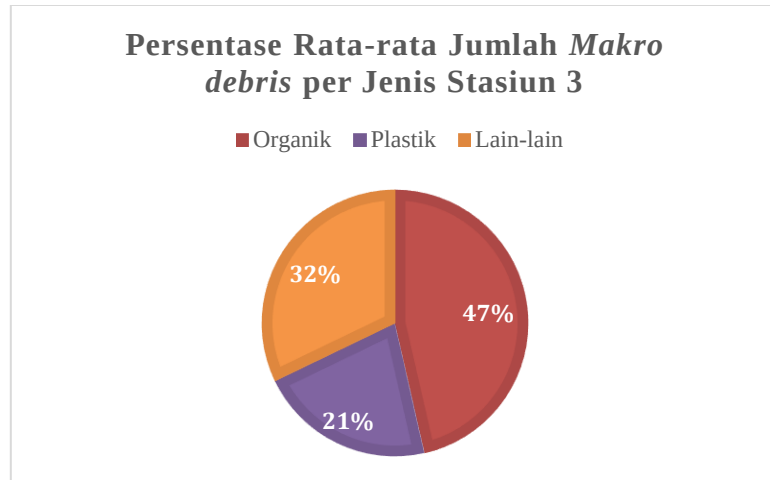
Gambar 3. Persentase Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis di Stasiun 2

c. Stasiun 3

Tabel 5. Data Makro debris Stasiun 3

Plot	Stasiun	Volume Akumulasi Sampah					Total
		Organik	Anorganik			Lain-lain	
			Kertas	Plastik	Logam		
1	3	7	-	3	-	4	14
2		6	-	3	-	1	10
3		0	-	0	-	4	4
Rata-rata		4	0	2	0	3	9

Berdasarkan data pada **Tabel 6**, bahwasanya total rata-rata jumlah *makro debris* di stasiun 3 yakni 9 buah. Sampah organik lebih mendominasi dibanding *makro debris* jenis lainnya, dengan jumlah rata-rata sebanyak 4 buah yang kemudian jumlah rata-ratanya diikuti oleh *makro debris* lain-lain sebanyak 3 buah, serta *makro debris* jenis plastik sebanyak 2 buah. Sementara itu, tidak ditemukan *makro debris* jenis kertas dan logam pada stasiun 3 ini. Adapun untuk persentase rata-rata jumlah *makro debris* per jenis di stasiun 3 dapat dilihat pada **Gambar 5**.



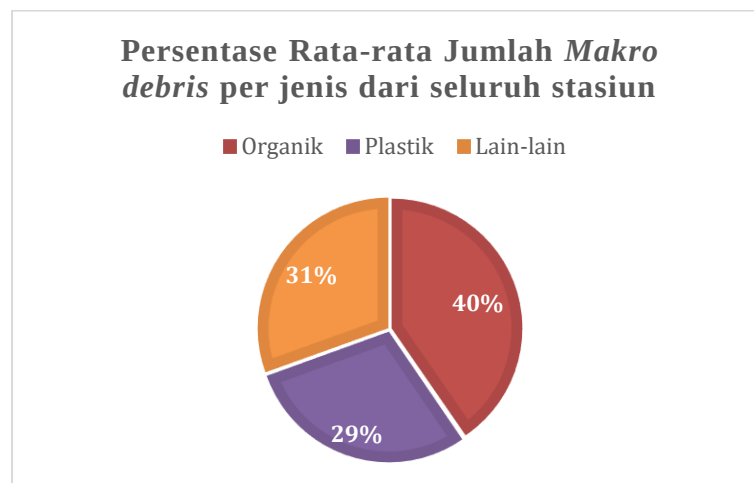
Gambar 4. Persentase Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis di Stasiun 3

d. Rata-Rata dari Seluruh Stasiun

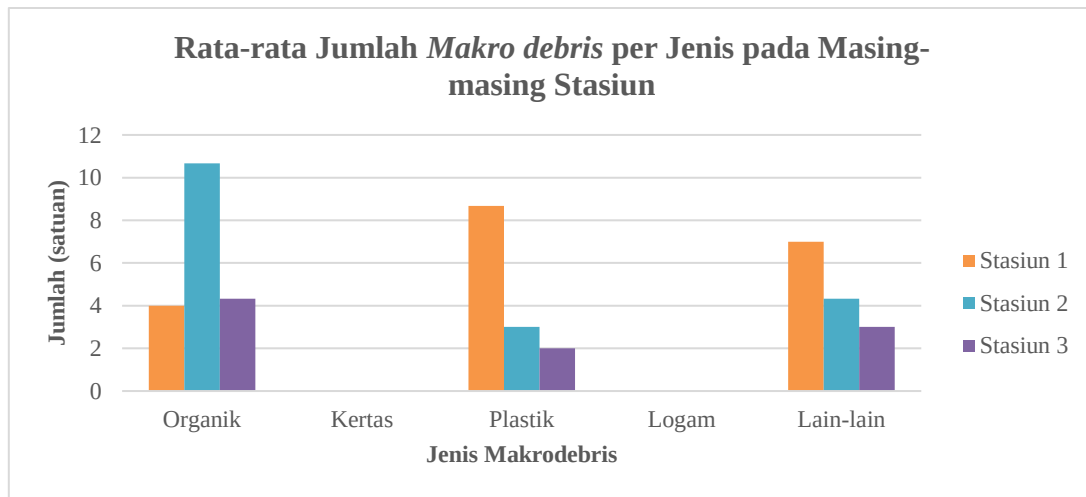
Tabel 6. Data Rata-rata Jumlah Makro debris dari Seluruh Stasiun

Stasiun	Rata-rata Volume Akumulasi Sampah				
	Organik	kertas	Plastik	logam	Lain-lain
1	4	-	9	-	7
2	11	-	3	-	4
3	4	-	2	-	3
Rata-rata Total	6	0	5	0	5

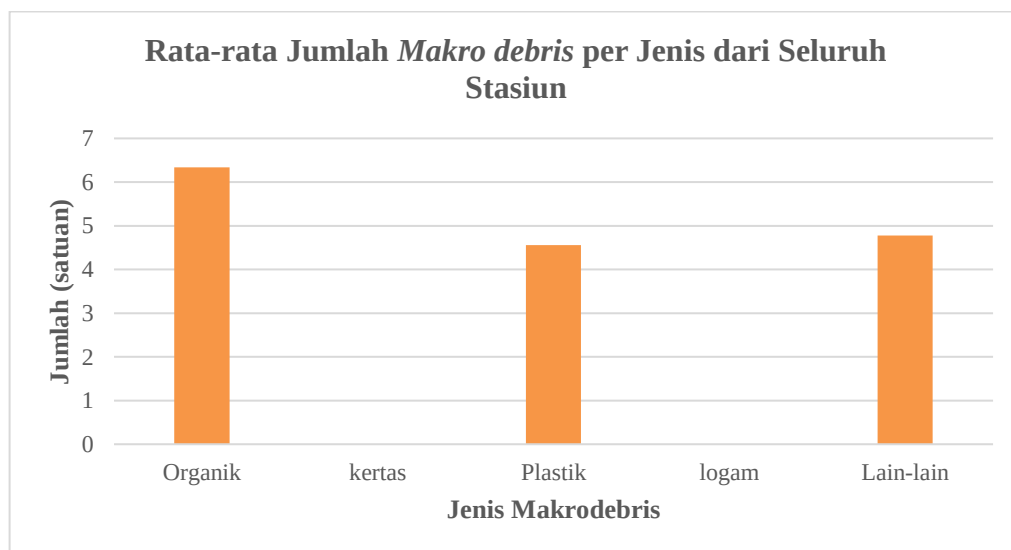
Berdasarkan data yang didapatkan pada **Tabel 7** didapatkan hasil bahwa rata-rata jumlah *makro debris* dari seluruh stasiun di dominasi oleh *makro debris* jenis organik dengan nilai rata-rata total 6 buah, kemudian diikuti oleh *makro debris* jenis plastik dan lain-lain dengan rata-rata total 5 buah. Adapun untuk persentase rata-rata jumlah *makro debris* per jenis dari seluruh stasiun dapat dilihat pada **Gambar 6**. Sementara itu, untuk diagram rata-rata jumlah *makro debris* per jenis dari setiap stasiun dan keseluruhan stasiun tersaji pada **Gambar 7** dan **Gambar 8**.



Gambar 5. Persentase Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis dari Seluruh Stasiun



Gambar 6. Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis dari Masing-masing Stasiun



Gambar 7. Rata-rata Jumlah Makro debris per Jenis dari Seluruh Stasiun

Secara keseluruhan dapat diketahui bahwa sebagian sampah yang terdapat di lingkungan ekosistem mangrove baik pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 merupakan akibat dari kegiatan masyarakat di sekitar. Selain *makro debris* dengan jenis plastik dan organik, ditemukan pula *makro debris* jenis lain-lain, berupa jaring, sapu, sandal, popok bayi, pelampung, dan *styrofoam* pada lokasi penelitian yang tersebar di lingkungan ekosistem mangrove, baik pada substratnya, tersangkut di bagian akar serta batang dari mangrove, maupun yang ditemukan mengapung di perairan lingkungan ekosistem mangrove tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia baik dari penduduk lokal maupun aktivitas dari objek wisata dapat memberikan dampak yang tinggi terhadap jumlah dan kelimpahan sampah khususnya kategori *makro debris* di Pulau Kelapa Dua. Hal ini disebabkan pula oleh arus, gelombang dan pasang surut yang mengindikasikan sampah-sampah terbawa dari beberapa tempat yang merupakan tempat aktivitas yang padat penduduknya (Patuwo et al., 2020).

3.2 Kualitas Perairan

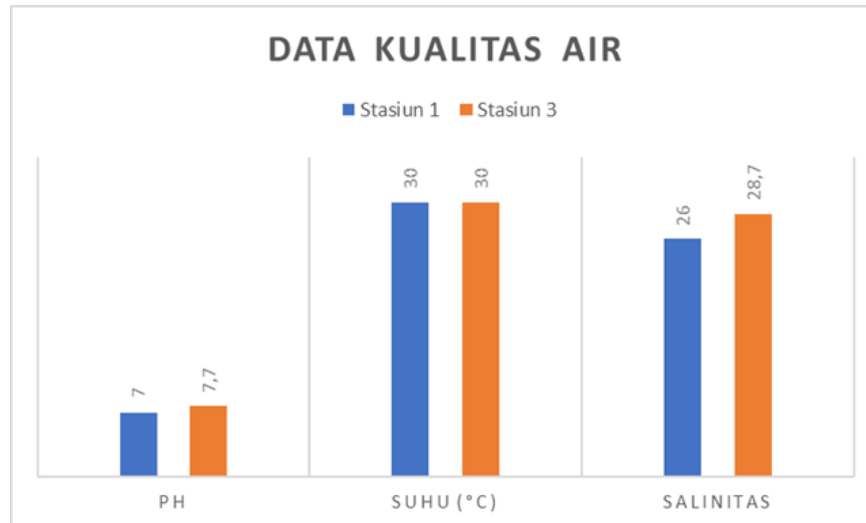
Kualitas perairan di Pulau Kelapa Dua hanya diambil 2 stasiun saja yaitu pada stasiun 1 dan 3 dengan waktu pengambilan datanya pada pukul 12.20 WIB hingga 12.35 WIB. Rata-rata pH di stasiun 1 yaitu 7,7 dengan suhu 30 °C dan salinitas 29. Sedangkan pada stasiun 3, pH berkisar antara 6,9-7,2 dengan suhu 30°C dan salinitas 27. Data kualitas air ini akan mengekspresikan kondisi kualitas perairan mangrove di lokasi yang dipilih. Kondisi parameter kualitas perairan pada stasiun 1 dan 3 disajikan dalam **Tabel 8**.

Tabel 7. Rata-Rata Data Kualitas Perairan

Stasiun	Parameter Kualitas Perairan		
	pH	Suhu (°C)	Salinitas
1	7.7	30	28
	7.6	30	29
	7.7	31	29
3	6.9	30	26
	7.2	30	27
	7	31	27
Baku mutu MNLH (2004)	7 – 8.5	28 - 32	26 s/d 29

Tabel 8 menunjukkan bahwa pH air masih berada dalam batas normal, yaitu pada kisaran 6.9 – 7.7 apabila dibandingkan dengan kadar pH baku mutu air sebesar 7 – 8.5. Menurut pendapat Wantasen (2014), toleransi pH yaitu berkisar 6 – 9.0 dan pH yang optimal sekitar 7.0 – 8.5. Pada stasiun 1 maupun 3, kondisi perairan termasuk baik dalam mendukung kestabilan ekosistem mangrove. Begitupun apabila dilihat berdasarkan nilai baku mutu air laut menurut Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2004, stasiun 1 dan 3 masih dalam ambang batas aman untuk kelangsungan hidup mangrove. Nilai kadar pH yang diperoleh bersifat basa dan sesuai dengan kadar pH perairan laut pada umumnya (Susana, 2009). Pengambilan nilai kadar pH yang dilakukan ini dapat mengindikasikan kualitas air laut karena keasaman laut merupakan faktor dari pengendapan logam yang terdapat pada sedimen, dimana akumulasi logam yang tinggi diikuti tingginya nilai keasaman (pH) yang didapatkan (Wahab, 2005). Suhu yang didapatkan ada pada kisaran 28 °C – 32 °C menunjukkan nilai yang sesuai pada suhu umum ekosistem mangrove di kawasan tropis dan subtropis (Irwanto, 2006). Kadar suhu pada suatu ekosistem mangrove sangat penting terutama dalam proses fisiologisnya. Perbedaan suhu musiman kurang dari 5 °C dan minimal suhu 20 °C menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi ekosistem mangrove untuk tumbuh dengan baik (Kusmana, 2005).

Diantara parameter kualitas air yang diamati, pH memiliki korelasi tertinggi terhadap kepadatan mangrove khususnya pada jenis *Rhizophora sp* (Siringoringo et al., 2018). Selanjutnya Nguyen et al. (2015) menyatakan bahwa salinitas merupakan salah satu ciri lingkungan yang mendefinisikan habitat mangrove apakah air tawar atau hypersaline. Data parameter kualitas air juga disajikan dalam **Gambar 9** dibawah ini.



Gambar 8. Grafik Data Rata Rata Kualitas Air Stasiun 1 & 3

3.3 Kondisi Vegetasi

Kondisi vegetasi mangrove tergolong di tiga stasiun tergolong tidak begitu beragam atau ditemukan dalam satu jenis mangrove dikarenakan merupakan wilayah mangrove yang direhabilitasi sehingga tidak adanya keberagaman jenis di stasiun 1-3. Dalam penanamannya pun jarak antar individu sangatlah dekat oleh sebab itu mempengaruhi kepadatan mangrove itu sendiri sehingga tergolong lebih lama untuk tumbuh besar dan padat serta mengganggu efisiensi penggunaan cahaya yang mempengaruhi sistem fotosintesis.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, Provinsi Jakarta, jenis mangrove yang ditemukan di tiga stasiun adalah satu spesies, yaitu *Ryzophora Stylosa* (RS). RS merupakan jenis mangrove yang tumbuh di daerah pasang surut dengan substrat lumpur, pasir, atau batu.

a. Stasiun 1

Tabel 8. Jumlah individu jenis mangrove stasiun 1

Plot	Jenis Substrat	Jenis Mangrove	Keliling Mangrove (cm)	Banyak jenis		
				Semai	Pancang	Pohon
1	Pasir Kerikil	RS		13		
2		RS		16		
3		RS		4	17	
TOTAL				33	17	0

Berdasarkan penelitian yang dituangkan pada **Tabel 9** yang dilakukan pada tiga plot, jenis tanaman mangrove yang ditemukan hanya semai dan pancang, tidak ada pohon. Jenis semai lebih banyak dibandingkan dengan pancang. Tidak adanya pohon pada stasiun 1 ini disebabkan oleh wilayah mangrove yang direhabilitasi sehingga tidak adanya keberagaman jenis. Tingginya kerapatan pada kategori semai mengakibatkan masuknya cahaya matahari yang menyinari ekosistem mangrove. Akan tetapi, pada plot 3 yang seluruhnya pancang, jarak antar tumbuhan sangat dekat berdempetan sehingga cahaya matahari tidak sepenuhnya menyinari lahan mangrove di plot 3. Pada stasiun 1, banyak ditemukan beberapa kerang kerangan dan beberapa ikan.

Tabel 9. Analisis perhitungan vegetasi mangrove stasiun 1

ln Jumlah jenis	Jumlah jenis	Pancang	Vegetasi				Keanekaragaman			Keseragaman	Dominansi
		Kode jenis	K M	KR	FM	FR	PI	Ln Pi	PI*ln PI		
2.83	17	RS	0.0 6	100%	0.33	100%	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
TOTAL	17		0.0 6	100%	0.33	100%	100%	0.00	0.00	0.00	1.00

ln Jumlah jenis	Jumlah jenis	Semai	Vegetasi				Keanekaragaman			Keseragaman	Dominansi
		Kode jenis	K M	KR	FM	FR	PI	Ln PI	PI*ln PI		
3.50	33	RS	0.1 1	100%	1.00	100%	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
TOTAL	33		0.1 1	100%	1.00	100%	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabel di atas merupakan perhitungan analisis vegetasi mangrove yang terdiri dari kerapatan mangrove (KM), kerapatan relatif (KR), frekuensi mangrove (FM), dan frekuensi relatif (FR). Kerapatan mangrove pada jenis pancang memiliki nilai 600 ind/ha, sementara kerapatan jenis mangrove semai memiliki nilai 1100 ind/ha. Kedua nilai ini telah dikonversikan ke hektar sehingga berbeda dengan nilai yang ada di tabel. Kerapatan pancang dan semai tergolong rendah di stasiun 1. Kerapatan relatif RS adalah 100% karena spesies mangrove disini hanya memiliki satu spesies. Frekuensi mangrove jenis pancang memiliki nilai 0.33, sementara frekuensi mangrove jenis semai bernilai 1, sementara frekuensi relatif mangrove pada kedua jenis, yaitu 100%.

b. Stasiun 2

Tabel 10. Jumlah individu jenis mangrove stasiun 2

Plot	Jenis Substrat	Jenis Mangrove	Keliling Mangrove (cm)	Banyak jenis		
				Semai	Pancang	Pohon
1	Pasir Kerikil	RS			81	
2		RS			110	
3						
TOTAL				0	191	0

Berdasarkan **Tabel 11**, jenis mangrove RS yang ditemukan di stasiun 2 hanya pancang. Penyebab minimnya jenis mangrove ini sama dengan penyebab minimnya jenis mangrove di stasiun 1, yaitu wilayah mangrove yang direhabilitasi. Jarak antar tanaman mangrove di stasiun 2 sangat dekat berdempetan, sehingga lahan ekosistem mangrove tidak tersinari dengan sempurna. Pada stasiun 2, banyak ditemukan beberapa kerang kerangan, teripang, bayi hiu, ikan pari berukuran kecil, dan banyak ikan kecil.

Tabel 11. Analisis perhitungan vegetasi mangrove stasiun 2

ln Jumlah jenis	Jumlah jenis	Pancang	Vegetasi				Keanekaragaman			Keseragaman	Dominansi
		Kode jenis	KM	KR	FM	FR	Pi	Ln Pi	Pi*ln Pi		
5.25	191	RS	0.64	100 %	0.33	100%	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
Total	191		0.64	100 %	0.33	100%	100%	0.00	0.00	0.00	1.00

Kerapatan mangrove pada jenis pancang memiliki nilai 6400 ind/ha. Nilai ini telah dikonversikan ke hektar sehingga berbeda dengan nilai yang ada di tabel. Kerapatan pancang pada stasiun 2 tergolong sedang dan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1. Kerapatan relatif RS adalah 100% karena spesies mangrove disini hanya memiliki satu spesies. Frekuensi mangrove jenis pancang memiliki nilai 0.33, sementara frekuensi relatif mangrove, yaitu 100%.

c. Stasiun 3

Tabel 12. Jumlah individu jenis mangrove stasiun 3

Plot	Jenis Substrat	Jenis Mangrove	Keliling Mangrove (cm)	Banyak jenis		
				Semai	Pancang	Pohon
1	Pasir Kerikil	RS			36	
2		RS			86	
3		RS			26	
TOTAL				0	148	0

Berdasarkan tabel 13, jenis mangrove RS yang ditemukan di stasiun 3 hanya pancang, sama seperti stasiun 2. Penyebab minimnya jenis mangrove ini sama dengan penyebab minimnya jenis mangrove di stasiun 1 dan stasiun 2, yaitu wilayah mangrove yang direhabilitasi. Jarak antar tanaman mangrove di stasiun 2 sangat dekat berdempetan, sehingga lahan ekosistem mangrove tidak tersinari dengan sempurna. Pada stasiun 3, banyak ditemukan beberapa kerang kerangan, beberapa ikan, dan kepiting.

Tabel 13. Analisis perhitungan vegetasi mangrove stasiun 3

ln Jumlah jenis	Jumlah jenis	Pancang	Vegetasi				Keanekaragaman			Keseragaman	Dominansi
		Kode jenis	K M	KR	FM	FR	PI	Ln Pi	PI*ln PI		
5.00	148	RS	0.4 9	100%	0.33	100%	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
TOTAL	148		0.4 9	100%	0.33	100%	100%	0.00	0.00	0.00	1.00

Kerapatan mangrove pada jenis pancang memiliki nilai 4900 ind/ha. Nilai ini telah dikonversikan ke hektar sehingga berbeda dengan nilai yang ada di tabel. Kerapatan pancang pada stasiun 3 tergolong sedang dan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1, tetapi masih lebih tinggi pada stasiun 2. Kerapatan relatif RS adalah 100% karena spesies mangrove disini hanya memiliki satu spesies. Frekuensi mangrove jenis pancang memiliki nilai 0.33, sementara frekuensi relatif mangrove, yaitu 100%.

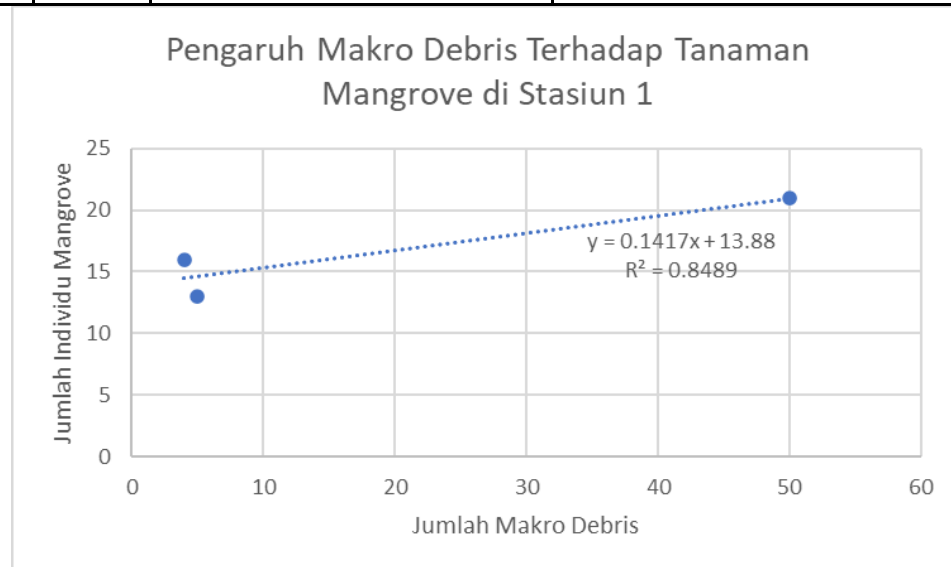
3.4 Keterkaitan Kerapatan Mangrove dengan Makro Debris

Tekanan ekologis yang kami analisis disini merupakan *makro debris* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, *makro debris* yang sebagian besar atau bahkan hampir seluruhnya berasal dari kegiatan manusia ini berada di sekitar ekosistem mangrove bahkan terdapat diantara akar-akar mangrove yang didominasi oleh sampah organik dan plastik. Sampah organik dikenal juga sebagai sampah biodegradable yang dihasilkan terutama dari organisme hidup, baik tumbuhan maupun hewan termasuk limbah makanan, kotoran manusia, limbah, limbah kertas, pupuk kandang, limbah hijau, dan lain-lain (Patel et al., 2021). Sampah organik juga merupakan jenis sampah yang ramah lingkungan dikarenakan sampah jenis ini dapat dengan cepat terurai dengan alami berkat bantuan mikroba (Fordian et al., 2017). Sehingga sampah organik tidak menyebabkan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan kerapatan mangrove yang berada di Pulau Kelapa Dua. Berbeda dengan sampah organik, sampah plastik memiliki dampak yang lebih besar terhadap pertumbuhan dan kerapatan mangrove. Berdasarkan pada Purwoko et al., (2015) salah satu penyebab utama kerusakan vegetasi mangrove adalah sampah plastik, sampah plastik ini dapat menjadi faktor yang mengganggu sistem aerasi udara pada sistem perakaran mangrove. Sampah jenis ini berdampak pada matinya vegetasi mangrove yang dapat terjadi melalui dua kemungkinan, yaitu mati akibat tertimbun sampah atau mati akibat sampah plastik yang

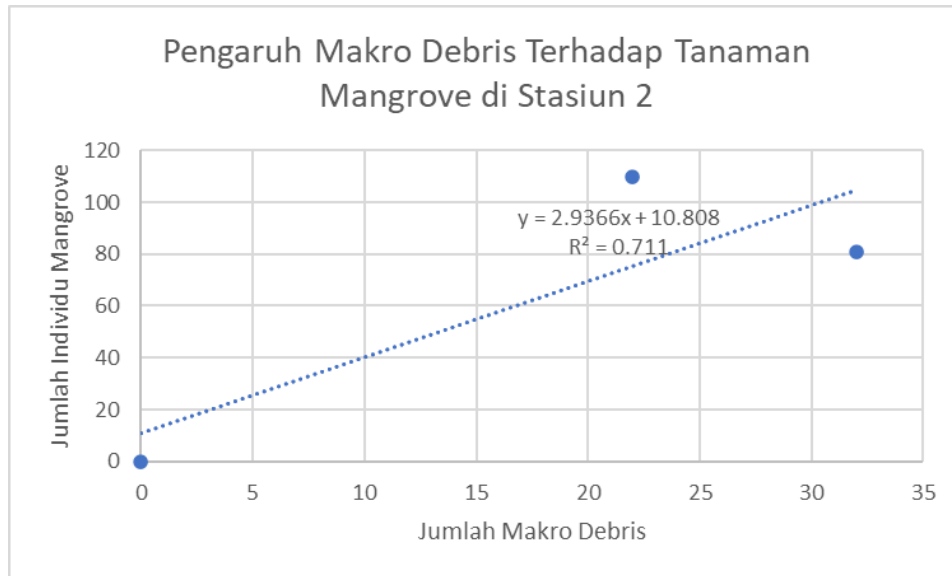
mempengaruhi aliran keluar-masuknya pasang surut yang membawa nutrisi bagi vegetasi mangrove, karena nutrisi atau unsur hara pada hutan mangrove sebagian masuk melalui pasang surut (Purwoko et al., 2015).

Tabel 14. Jumlah makro debris dan jumlah individu mangrove tiap stasiun

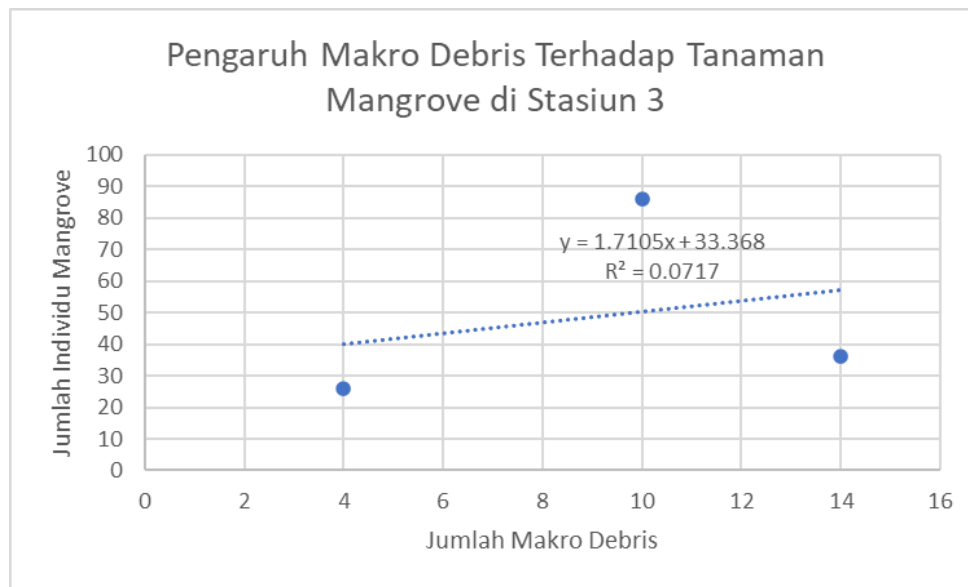
Stasiun	Plot	Jumlah Makro Debris	Jumlah Individu Mangrove
1	1	5	13
	2	4	16
	3	50	21
2	1	32	81
	2	22	110
	3	0	0
3	1	14	36
	2	10	86
	3	4	26



Gambar 9. Pengaruh makro debris terhadap tanaman mangrove di stasiun 1



Gambar 10. Pengaruh makro debris terhadap tanaman mangrove di stasiun 2



Gambar 11. Pengaruh makro debris terhadap tanaman mangrove di stasiun 3

Berdasarkan hasil yang kami peroleh, dapat dikatakan bahwa tekanan ekologis dalam hal ini merupakan *makro debris* tidak saling berhubungan terlihat dari posisi titik pada grafik yang tidak beraturan dan tidak bertepatan pada garis linearnya. Stasiun 1 dengan jumlah sampah terbanyak memiliki kerapatan yang rendah, stasiun 2 dengan jumlah sampah terbanyak kedua setelah stasiun 1 memiliki kerapatan yang tinggi, sedangkan stasiun 3 dengan jumlah sampah yang jauh lebih sedikit dibandingkan stasiun 1 dan 2 memiliki kerapatan yang sedang. Jumlah total keseluruhan sampah pada setiap stasiun tidak berpengaruh terhadap kerapatan mangrove, akan tetapi jenis sampahnya yang berpengaruh. Pada stasiun 1, sampah yang mendominasi adalah jenis plastik yang merupakan sampah yang tidak bisa diuraikan dalam waktu cepat sehingga kerapatan mangrovenya pun berada pada kategori rendah. Pada stasiun 2 dan 3, sampah yang mendominasi merupakan sampah organik yang dapat diuraikan dengan cepat sehingga kerapatan mangrove berada pada kategori tinggi dan sedang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada ekosistem mangrove di Pulau Kelapa Dua, Provinsi Jakarta, jenis mangrove yang ditemukan di tiga stasiun adalah satu spesies, yaitu *Ryzophora Stylosa* (RS). RS merupakan jenis mangrove yang tumbuh di daerah pasang surut dengan substrat lumpur, pasir, atau batu. Selain itu, didapatkan pula hasil jumlah individu jenis mangrove stasiun 1 yang dilakukan pada tiga plot, jenis mangrove yang ditemukan hanya semai dan pancang, tidak ada pohon. Jenis semai lebih banyak dibandingkan dengan pancang. Tidak adanya pohon pada stasiun 1 ini disebabkan oleh wilayah mangrove yang direhabilitasi sehingga tidak adanya keberagaman jenis. Kerapatan pancang dan semai tergolong rendah di stasiun 1. Sementara itu pada stasiun 2 dan 3, jenis mangrove yang ditemukan hanya pancang, penyebab minimnya jenis mangrove ini sama dengan penyebab minimnya jenis mangrove di stasiun 1, yaitu wilayah mangrove yang direhabilitasi.

Sementara itu, pada kualitas perairan hanya diambil 2 stasiun saja yaitu pada stasiun 1 dan 3 dengan parameter yang diamati berupa pH, suhu, dan salinitas. Didapatkan hasil bahwa pada stasiun 1 maupun 3 kondisi perairan termasuk baik dalam mendukung kestabilan ekosistem mangrove. Diantara parameter kualitas air yang diamati, pH memiliki korelasi tertinggi terhadap kepadatan mangrove khususnya pada jenis *Rhizophora sp.*

Berdasarkan penelitian yang kami lakukan, dapat disimpulkan bahwa makro debris tidak saling berhubungan dengan ekosistem mangrove. Dimana, Stasiun 1 dengan jumlah sampah terbanyak memiliki kerapatan yang rendah, stasiun 2 dengan jumlah sampah terbanyak kedua setelah stasiun 1 memiliki kerapatan yang tinggi, sedangkan stasiun 3 dengan jumlah sampah yang jauh lebih sedikit dibandingkan stasiun 1 dan 2 memiliki kerapatan yang sedang. Jumlah total keseluruhan sampah pada setiap stasiun tidak berpengaruh terhadap kerapatan mangrove, akan tetapi jenis sampahnya yang berpengaruh. Pada stasiun 1, sampah yang mendominasi adalah jenis plastik yang merupakan sampah yang tidak bisa diuraikan dalam waktu cepat sehingga kerapatan mangrovenya pun berada pada kategori rendah. Pada stasiun 2 dan 3, sampah yang mendominasi merupakan sampah organik yang dapat diuraikan dengan cepat sehingga kerapatan mangrove berada pada kategori tinggi dan sedang.

REFERENSI

- Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean, J. W., Kauffman, J. B., Hutahaean, A., Crooks, S., Lovelock, C. E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M., Pidgeon, E., & Wagey, T. (2016). Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecology and Management*, 24(1), 3–13. <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9446-y>
- APHA, AWWA, WEF (2012). Standard Methods for Examination of Water and WasteWater. 22nd Ed., America Public Health Association. Washington DC.
- Arizona, M., & Sunarto. (2009). Kerusakan Ekosistem Mangrove Akibat Konversi Lahan Di Kampung Tobati Dan Kampung Nafri, Jayapura. *Majalah Geografi Indonesia*, 23(1), 18–39.
- Castillo, J. A. A., Apan, A. A., Maraseni, T. N., & Salmo, S. G. (2017). Estimation and mapping of above-ground biomass of mangrove forests and their replacement land uses in the Philippines using Sentinel imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 134, 70–85. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.10.016>
- Cordova, M. (2017). Pencemaran Plastik di Laut. *Oseana, Volume XLII, Nomor 3 Tahun 2017 : 21 - 30*. ISSN 0216-1877
- Cordova, M., & Nurhati, I. S. (2019). Major sources and monthly variations in the release of land-derived marine debris from the Greater Jakarta area, Indonesia. *Scientific Reports*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55065-2>
- Darmayanti. (2018). Mangrove dan Manfaatnya. *Kementrian Kelautan dan Perikanan*. Retrieved May 24, 2018 from <https://kkp.go.id/bdasukamandi/artikel/4239-mangrove-dan-manfaatnya>
- Dekky, Linda, R., & Wardoyo, E. R. P. (2016). Inventarisasi Jenis-Jenis Mangrove yang Ditemukan di Kawasan Tanjung Bila Kecamatan Pemangkat Kabupaten Sambas. *Jurnal Protobiont*, 5(3), 54–58.
- Diersing, N. (2009). "Water Quality: Frequently Asked Questions." Florida Brooks National Marine Sanctuary, Key West, FL.
- Djaguna, A., Pelle, W. E., Schadu, J. N., Manengkey, H. W., Rumampuk, N. D., & Ngangi, E. LA. (2019). Identifikasi Sampah Laut Di Pantai Tongkaina Dan Talawaan Bajo. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 7(3),

174. <https://doi.org/10.35800/jplt.7.3.2019.24432>

- Fao, Rome. (1983). Hutching, P and P. Saenger. Ecology of Mangroves. University of Queensland, London. 1987
Mann, K.H. Ecology of Coastal Waters.
- Fordian, D., Lavinia, H. A., Rianto, R., & Azis, E. A. (2017). Penyuluhan Metode Pembuangan Sampah Organik Dan Sampah Non Organik Bagi Rumah Tangga Di Lingkungan Rw 03 Desa Cisempur, Kec. Jatinangor. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 6(3), 129–135. <http://jurnal.unpad.ac.id/dharmakarya/article/view/14761/>
- Hastuti, A. R., Yulianda, F., & Wardiatno, Y. (2014). Distribusi spasial sampah laut di ekosistem mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(2), 94–107. <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w040203>
- Imran, A., & Efendi, I. (2016). Inventarisasi mangrove di pesisir pantai cemara Lombok Barat. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 1(1), 105–112.
- Indrajaya, A. N., Daryanto, W. M., Sukmawati, E. & Perrin, C. (2018). Upaya Peningkatan Pariwisata di Pulau Kelapa Dua Kepulauan Seribu melalui Model Ecotourism dengan Mengoptimasi Aktivitas Marketing Melalui *Social Media*. *Prosiding Seminar Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat Vol 1, No 1 (2018)*
- Irwanto (2006). Analisis struktur dan vegetasi komposisi vegetasi untuk pengelolaan kawasan hutan lindung pulau Marsegu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. Universitas Gajah Mada
- Karimah. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–57. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.497>
- Karimah. (2017). Peran Ekosistem Hutan Mangrove Sebagai Habitat Untuk Organisme Laut. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51–58.
- Khairunnisa, C., Thamrin, E., & Prayogo, H. (2020). Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Desa Dusun Besar Kecamatan Pulau Maya Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Hutan Lestari*, 8(2), 325–336.
- Kusmana, C. (2005). Rencana Rehabilitasi Hutan Mangrove dan Hutan Pantai Pasca Tsunami di NAD dan Nias. Makalah dalam Lokakarya Hutan Mangrove Pasca Tsunami
- Kustanti, A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. IPB Press. Bogor. 248 p.
- Legowo, M. S., Taofiqurohman, A., Pamungkas, W., & Subiyanto. (2019). KABUPATEN SERANG PROVINSI BANTEN Muhamad Satrio Legowo , Ankiq Taofiqurohman , Wahyuniar Pamungkas , dan Subiyanto Universitas Padjadjaran. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 10(2), 73–80.
- Maiti, S & Chowdhury, A. (2013). Effects of Anthropogenic Pollution on Mangrove Biodeversity: A Review. *Journal of Environmental Protection*, 4(12). 1428–1434. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.412163>
- Muhammad, F., Zamani, N. P., & Ismet, M. S. (2021). The effect of plastic debris attachment to the health of branching corals in Kelapa Dua Island, Thousand Islands. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 771(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/771/1/012017>
- Nguyen, H. T., Stanton, D. E., Schmitz, N., Farquhar, G. D., Ball, M. C. (2015). Growth responses of themangrove *Avicennia marina* to salinity: Development and function of shoot hydraulic systems requires saline conditions. *Annals of Botany*. 115(3): 397 – 407.
- Patel, P., Modi, A., Minipara, D., & Kumar, A. (2021). Microbial biosurfactants in management of organic waste. In *Sustainable Environmental Clean-Up* (pp. 211–230). Elsevier.
- Perera, K. A. R. S., & Amarasinghe, M. D. (2019). Carbon sequestration capacity of mangrove soils in micro tidal estuaries and lagoons: A case study from Sri Lanka. *Geoderma*, 347(March), 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.03.041>
- Pradit, S., Noppradit, P., Loh, P., Nitiratsuan, T., Le, T. P. Q., Oeurng, C., Mohamed, C. A. R., Lee, C. W., Xu, X., Anshari, G. Z., Kandasamy, S., & Wang, J. (2022). The Occurrence of Microplastics in Sediment Cores from Two Mangrove Areas in Southern Thailand. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10, 418.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse10030418>

- Purwoko, P. F., Wulandari, A. A., Benariva, A. P., Tiara, A., Sabiel, M. Q. T., Risaandi, R., Jannati, A., Nugraha, A., Noriko, N., Priambodo, T. W., Baru, K., & Jakarta, D. K. I. (2015). Ketahanan Vegetasi Wilayah Mangrove Suaka Margasatwa Muara Angke, DKI Jakarta terhadap Sampah dari Aliran Sungai. *Seminar Nasional PBI*, 8.
- Rusydi, Ihwan, & Suaedin. (2015). Struktur dan Kepadatan Vegetasi Mangrove di Teluk Kupang. *Jurnal Segara*, 11(1), 47–56. <https://doi.org/10.15578/segara.v11i2.9091>
- Rusydi, Ihwan, & Suaedin. (2015). Struktur dan Kepadatan Vegetasi Mangrove di Teluk Kupang. *Jurnal Segara*, 11(1). <https://doi.org/10.15578/segara.v11i2.9091>
- Saraswati, Ni Luh Gede Rai Ayu; Arthana, I Wayan; Hendrawan, I Gede (2017). Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 163–. doi:10.24843/jmas.2017.v3.i02.163-170
- Silmarita, Fauzi, M. & Sumiarsih, E. (2019). Composition and Amount of Marine Debris in The Mangrove Area in Mengkapan Village, Sungai Apit District, Siak Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences April 2019. Vol 2, Issue (1) 49-56 ISSN : 2655-366X*
- Silmarita, Fauzi, M., & Sumarsih, E. (2020). Composition and Amount of Marine Debris in the Mangrove Area in Mengkapan Village, Sungai Apit District, Siak Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.31258/ajoas.2.1.49-56>
- Silmarita, S., Fauzi, M., & Sumarsih, E. (2020). Composition and Amount of Marine Debris in the Mangrove Area in Mengkapan Village, Sungai Apit District, Siak Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.31258/ajoas.2.1.49-56>
- Siringoringo, H. H., Narendra, B. H., & Salim, A. G. (2018). Water Quality of Mangrove at Ciasem, Pamanukan, Subang District, West Java. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(3), 301–307. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.3.301-307>
- Sondak, C. F. A., Kaligis, E. Y., & Bara, R. A. (2019). Economic valuation of Lansa Mangrove forest, north Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(4), 978–986. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200407>
- Susilowati, A., Setyawan, A.D., & Sutarno. (2002). Biodiversitas Genetik, Spesies, dan Ekosistem Mangrove Di Jawa. *Kelompok Kerja Biodiversitas*, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Taurusman, A. A., Isdahartati., Isheliadesti., & Ristiani. (2014). Pemulihan Stok dan Restorasi Habitat Teripang: Status Ekosistem Lamun di Lokasi Restocking Pulau Pramuka dan Pulau Kelapa Dua, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(1), 1-5.
- Tomlinson, P. B. (1986). *The Botany of Mangrove*. Cambridge University Press, Cambridge UK
- Vanegas G, C. A., Osorio, A. F., & Urrego, L. E. (2019). Wave dissipation across a Rhizophora mangrove patch on a Colombian Caribbean Island: An experimental approach. *Ecological Engineering*, 130, 271–281. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.07.014>
- Veettil, B. K., Ward, R. D., Quang, N. X., Trang, N. T. T., & Giang, T. H. (2019). Mangroves of Vietnam: Historical development, current state of research and future threats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 218(September 2018), 212–236. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.12.021>
- Vidyasakar, A., Neelavannan, K., Krishnakumar, S. Prabakaran, G. Sathiyabama Alias Priyanka, T. Magesh, N.S., Godson, Prince S. & Srinivasalu, S. (2018). Macrodebris and microplastic distribution in the beaches of Rameswaram Coral Island, Gulf of Mannar, Southeast coast of India: A first report. *Marine Pollution Bulletin*, 137(0), 610–616. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.007>
- Wantasen, A. S. (2014). Kondisi Kualitas Perairan Dan Substrat Dasar Sebagai Faktor Pendukung Aktivitas Pertumbuhan Mangrove Di Pantai Pesisir Desa Basaan I, Kabupaten Minahasa Tenggara. *Jurnal Ilmiah*

Platax, 1(4), 204.

Wiryanto, Sunarto, & Rahayu, S. M. (2017). Local knowledge of the baduy community of south banten (Indonesia) on the traditional landscapes. *Biodiversitas*, 18(3), 928–938. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180309>