

Komunitas Makrozoobenthos Di Kawasan Mangrove Pancer Cengkong, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur

Macrozoobenthos Community in Mangrove Pancer Cengkong Area, Trenggalek Regency, East Java Province

Diana Arfiati*, Feni Iranawati, Titis Dwi Andhani, Kharisma Orchida, Kenny Fajar Aprilian
Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
Kelautan, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran No.10-11, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145

Corresponding authors: d-arfiati@ub.ac.id

Diserahkan: 30 September 2024; Direvisi: 24 Oktober 2024; Diterima: 5 Februari 2025.

ABSTRAK

Eksplotasi mangrove secara berlebihan akan menimbulkan berbagai dampak, yang akan menentukan struktur komunitas makrozoobenthos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komunitas makrozoobenthos di Kawasan Mangrove Pancer Cengkong, Kabupaten Trenggalek. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus – September 2024, pada 6 titik sampling. Metode penelitian yaitu metode survey, dengan pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan saat surut terendah dengan transek berukuran 1 x 1 m². Pengukuran mangrove pada transek 10 x 10 m². Mangrove ditemukan sebanyak 9 jenis, dengan kepadatan berkisar 0.038 – 0.078 ind/m² (rendah). Makrozoobenthos yang ditemukan sebanyak 2 kelas dan 11 *genera*, terdiri dari *Cerithidea*, *Littoraria*, *Faunus*, *Tarebia*, *Clypeomorus*, *Crassispira*, *Nerita*, *Terebralia*, *Neritina*, *Cassidula* dan *Uca*. Kelimpahan jenis makrozoobenthos berkisar antara 0.2 – 67.6 ind/m². Indeks keanekaragaman (H') 0.84 – 1.30 (rendah-sedang), Indeks Keseragaman (E) 0.36 – 0.57 (rendah – sedang), indeks dominansi (D) 0.37 – 0.60 terdapat jenis yg mendominasi yaitu genus *Cerithidea*. Parameter kualitas air masih tergolong baik untuk kehidupan gastropoda yaitu suhu perairan berkisar 27,2 – 28.8 °C, pH berkisar 7.2 – 7.8, DO berkisar 4.48 - 5.31 mg/L, dan salinitas 24 - 29 ppt. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan indeks keanekaragaman dan keseragaman makrozoobenthos memiliki nilai rendah dan terdapat genus yang mendominasi pada titik 2 yaitu *Cerithidea*, sehingga perlu pemantauan kawasan mangrove secara berkelanjutan serta pemanfaatan makrozoobenthos di Kawasan Mangrove Pancer Cengkong agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga.

Kata Kunci: Struktur Komunitas; Makrozoobenthos; Mangrove; Trenggalek.

ABSTRACT

Excessive exploitation of mangroves will cause various impacts, which in turn will determine the structure of the macrozoobenthos community. This study aims to determine the macrozoobenthos community in Mangrove Pancer Cengkong Area, Trenggalek Regency. The research was conducted in August - September 2024, at 6 sampling points. The research method is a survey method, with macrozoobenthos sampling done at the lowest tide using a transect measuring 1 x 1 m. Mangrove measurements using transects 10 x 10 m. Mangroves were found as many as 9 types, with a density ranging from 0.038 - 0.078 ind / m² (low). The macrozoobenthos found were 2 classes and 11 Genera, consisting of *Cerithidea*, *Littoraria*, *Faunus*, *Tarebia*, *Clypeomorus*, *Crassispira*, *Nerita*, *Terebralia*, *Neritina*, *Cassidula* and *Uca*. The abundance of macrozoobenthos species ranges from 0.2 – 67.6 ind/m². Macrozoobenthos ecological index: diversity (H') 0.84 – 1.30 (low-moderate), Uniformity Index (E) 0.36 – 0.57 (low-moderate), dominance index (D) 0.37 – 0.60 there is a dominant species, namely the genus *Cerithidea*. Water quality parameters are still classified as good for gastropod life, namely water temperature 27.2 – 28.8°C, pH ranging from 7.2 – 7.8, DO ranging from 4.48 - 5.31 mg/L, and salinity 24 - 29 ppt. Based on the results of the study, the index of diversity and uniformity of macrozoobenthos has a low value and there is a genus that dominates at point 2, namely *Cerithidea*, so it is necessary to monitor mangrove areas on an ongoing basis and utilise macrozoobenthos in the Mangrove Pancer Cengkong Area so that the balance of the ecosystem is maintained.

Keywords: Community Structure; Makrozoobenthos; Mangrove; Trenggalek.

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove di Indonesia terdistribusi secara merata, serta mempunyai banyak fungsi dan jasa ekosistem atau sering disebut *ecosystem service* (Rahmadi *et al.*, 2020). Fungsi ekosistem mangrove secara biologis diantaranya sebagai tempat berlindung, tempat memijah dan habitat alami bagi biota air (Hamuna *et al.*, 2017). Kabupaten Trenggalek memiliki kawasan ekosistem mangrove yaitu Mangrove Pancer Cengkong (MPC), kawasan mangrove Pantai Kili-Kili, serta kawasan mangrove Pantai Konang, Kecamatan Panggul. Kawasan Mangrove Pancer Cengkong termasuk dalam kawasan konservasi dan ekowisata. Pemanfaatan hutan mangrove di Pancer Cengkong oleh masyarakat sekitar sangat beragam. Kegiatan yang

sudah dilakukan adalah pembesaran kepiting serta kegiatan wisata mangrove. Pada tahun 2003 ekosistem mangrove di Pancer Cengkong dalam kondisi rusak hingga mencapai 50% (Susilo *et al.*, 2015). Alih fungsi lahan mangrove menjadi lahan budidaya dan lahan pertanian masyarakat, merupakan faktor utama terjadinya kerusakan ekosistem di lokasi tersebut.

Ekosistem mangrove yang dieksploitasi secara berlebihan akan menimbulkan berbagai dampak, yang berkaitan dengan menurunnya kemampuan ekosistem mangrove tersebut dalam menunjang kehidupan biota yang menghuninya (Nadaa *et al.*, 2021). Kondisi habitat vegetasi mangrove akan menentukan karakteristik fisik, kimia dan biologi perairan yang selanjutnya akan menentukan struktur komunitas organisme yang berasosiasi dengan mangrove termasuk Makrozoobenthos (Farid *et al.*, 2023). Peran makrozoobenthos dalam ekosistem adalah sebagai indikator biologis dan sebagai sumber pakan dalam rantai makanan. Adanya potensi sumber daya mangrove yang tinggi, perlu dilakukan pengelolaan dan pemanfaatan berbasis berkelanjutan (Alwidakdo *et al.*, 2014), upaya pengelolaan ini termasuk di Cengkong. Gangguan yang terjadi pada ekosistem akibat pengaruh faktor alam maupun antropogenik akan menyebabkan perubahan pola kepadatan dan biomassa makrozoobenthos. Hal ini menjadikan makrozoobenthos sebagai indikator perubahan atau gangguan ekosistem, khususnya ekosistem mangrove (Noviyanti *et al.*, 2019).

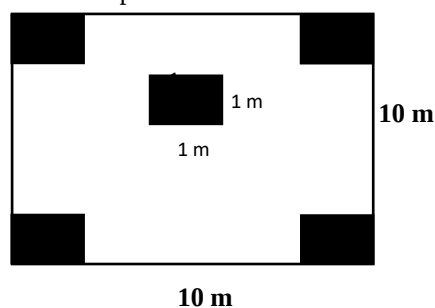
Struktur komunitas gastropoda yang ditemukan di Mangrove Cengkong, sebanyak 8 jenis (Aditya & Nugraha, 2020), 10 jenis gastropoda (Arfiati *et al.*, 2024) dan terdapat 4 jenis kepiting yang ditemukan (Paringsih *et al.*, 2018). Makrozoobenthos dipilih karena biota ini menghabiskan seluruh hidupnya di kawasan tersebut, sehingga apabila terjadi pencemaran lingkungan maka tubuh makrozoobenthos akan terpapar oleh bahan pencemar, dengan demikian keberadaannya dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan (Yeanny & Barus, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan taksa makrozoobenthos secara morfologis, pada setiap komunitas mangrove, beserta kelimpahan dan indeks ekologi (indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi) agar dapat dimanfaatkan untuk kajian lebih lanjut maupun pemanfaatan dan pengembangannya bagi kesejahteraan masyarakat.

MATERI DAN METODE

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Mangrove Pancer Cengkong (MPC), Desa Karanggandu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur (**Gambar 1**). Penelitian dilakukan pada Bulan Agustus – September 2024. Metode penelitian yaitu metode survey dengan pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Lokasi penelitian berupa transek yang berjumlah 6 titik. Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan membuat transek berjumlah 5 plot berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$, yang tersebar pada transek $10 \times 10 \text{ m}$. Mobilitas makrozoobenthos yang sempit sehingga, ukuran transek ini mewakili variasi komunitas. Total pengambilan sampel makrozoobenthos yaitu 30 plot. Titik penelitian yang diambil mewakili kawasan mangrove, dimulai dari zona belakang, zona tengah, hingga zona depan. Deskripsi setiap titik pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

1. Titik 1 (kawasan rehabilitasi mangrove)
2. Titik 2 (kawasan rehabilitasi mangrove dekat dengan area masuk kawasan ekowisata)
3. Titik 3 (area masuk kawasan ekowisata Mangrove Pancer Cengkong)
4. Titik 4 (kawasan muara Sungai Cengkong)
5. Titik 5 (kawasan mangrove alami dekat muara sungai)
6. Titik 6 (kawasan mangrove alami dekat dengan area daratan)

Berikut ilustrasi penetapan transek pengambilan sampel:

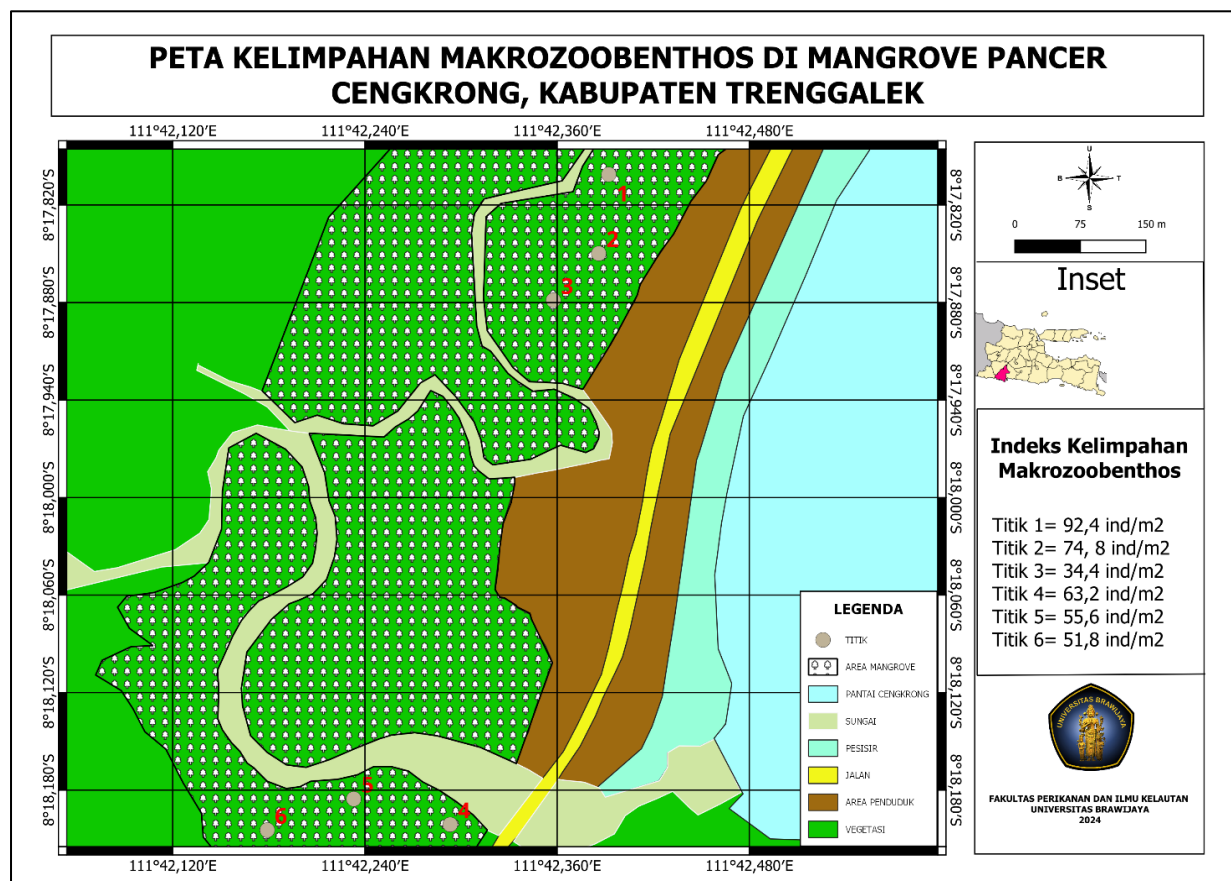


Keterangan:



: Transek Penelitian (Mangrove)

: Titik/plot pengambilan sampel Makrozoobenthos



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengambilan Makrozoobenthos

Pengambilan sampel dilakukan saat surut terendah, sehingga mempermudah dalam pengambilan sampel. Setiap titik stasiun dibuat transek berukuran 1 x 1 m. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggali tanah terlebih dahulu dari permukaan hingga kedalaman tanah ± 10 cm menggunakan alat sekop kecil. Sampel didapatkan melalui proses penyaringan sampel menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran 500 μm hingga 4.74 mm. Sampel yang telah tersaring akan dilakukan pemilahan dengan menuangkan sampel pada nampan dengan tujuan agar makrozoobenthos dapat terlihat dengan jelas. Selanjutnya, sampel diawetkan menggunakan alkohol 50% untuk menghindari kerusakan pada sampel. Penghitungan individu dilakukan di laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Identifikasi sampel makrozoobenthos menggunakan buku Tropical Seashells (1998), Shells (1998), Morris (1963), dan Marine Biologi (Castro dan Huber, 2004).

Parameter Lingkungan

Pengukuran kualitas air berupa suhu, pH, oksigen terlarut, dan salinitas. Selanjutnya, pengukuran sampel jenis substrat dilakukan menggunakan Sieve Analysis.

Analisis Data

Vegetasi jenis mangrove dianalisis melalui kerapatan mangrove. Sampel makrozoobenthos selanjutnya dihitung kelimpahan jenis, frekuensi jenis, kepadatan jenis, dan keanekaragaman jenis. Data struktur vegetasi mangrove, kualitas air dan komposisi jenis makrozoobenthos yang diperoleh ditabulasikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk kemudian dianalisa secara deskriptif.

Mangrove

a. Kerapatan Mangrove

Rumus perhitungan kerapatan sebagai berikut:

$$D_i = \frac{N_i}{A}$$

$$RD_i = \frac{N_i}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan:

D_i = Kerapatan jenis

N_i = Jumlah individu jenis dari jenis I

A = Luas total area pengambilan sampel

RD_i = Kerapatan relatif (%)

N_i = Jumlah individu jenis ke-I (ind)

$\sum n$ = Jumlah seluruh individu (ind)

b. Frekuensi Jenis Mangrove

Rumus perhitungan frekuensi sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Jumlah plot yang ditempati suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$$

$$\text{FR} = \frac{\text{Frekuensi spesies}}{\text{Jumlah frekuensi seluruh spesies}} \times 100$$

c. Dominansi Jenis Mangrove

Dominansi menggambarkan penguasaan jenis dalam plot. Berikut rumus perhitungan dominansi jenis dan dominansi relatif:

$$D = \frac{\text{Jumlah Luas Bidang Dasar}}{\text{Luas total areal seluruh}}$$

$$\text{Dr} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{LBD} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Makrozoobenthos

a. Indeks Kelimpahan Jenis Makrozoobenthos

Rumus untuk mengetahui nilai kelimpahan sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Spesies}}{\text{Luas Petak Contoh (m}^2\text{)}}$$

b. Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), Dominansi (D) Makrozoobenthos

Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener, Indeks keseragaman (E) dihitung menggunakan rumus *Shannon Evenness Index* (Magurran, 2004). Indeks dominansi (D) dihitung dengan rumus *Simpson Dominance Index* (Magurran, 2004):

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Spesies

P_i = peluang untuk tiap spesies (n_i/N)

Klasifikasi nilai H' sebagai berikut:

$H' > 3$ keanekaragaman spesies tinggi; Nilai $H' 1 \leq H' \leq 3$ keanekaragaman spesies sedang;

Nilai $H' < 1$ keanekaragaman spesies rendah atau sedikit.

E = Indeks Keseragaman

H = Indeks Keanekaragaman

S = Jumlah jenis Organisme

Klasifikasi nilai E sebagai berikut:

$E > 0,6$ Keseragaman jenis tinggi; $0,6 \geq E \geq 0,4$ Keseragaman jenis sedang; $E < 0,4$ Keseragaman jenis rendah

D = Indeks Dominansi

n_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Jumlah total Individu

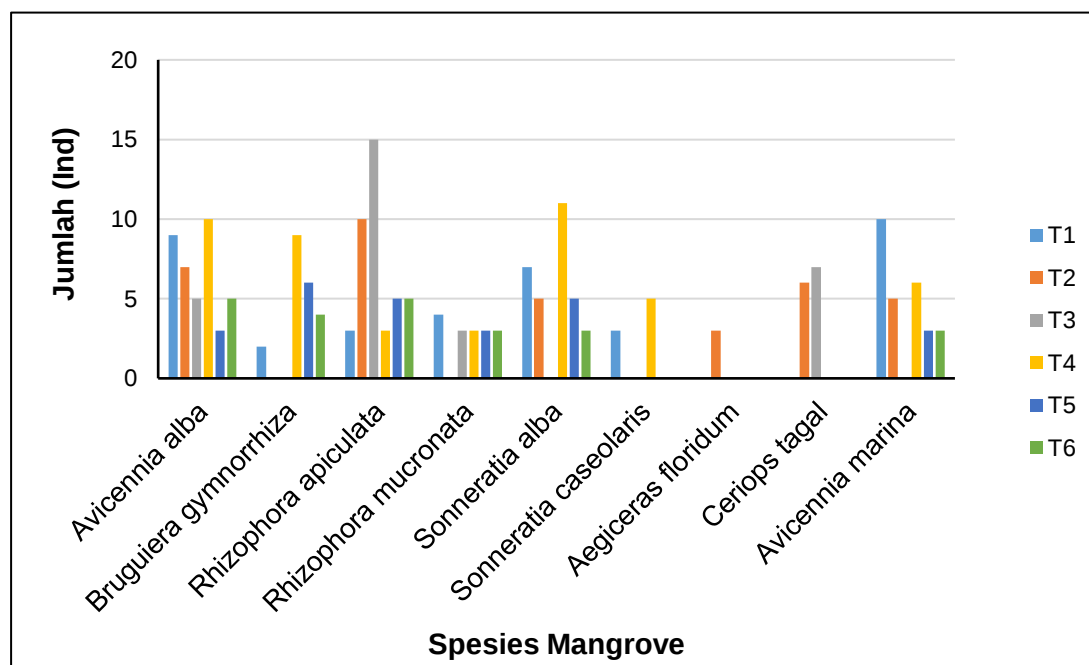
Penggolongan kondisi komunitas biota berdasarkan dominasi adalah:

$0 < C \leq 0,5$ Tidak ada genus yang mendominasi; $0,5 < C < 1$ Terdapat genus yang mendominasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Vegetasi Mangrove

Spesies mangrove yang ditemukan selama penelitian, berjumlah 199 individu yang tersebar di 6 titik pengamatan, diantaranya yaitu, *Avicennia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Aegiceras floridum*, *Ceriops tagal*, dan *Avicennia marina*. Hasil analisis struktur vegetasi mangrove pada Titik 1, ditemukan sebanyak 7 jenis mangrove, Titik 2 ditemukan sebanyak 6 jenis mangrove, Titik 3 ditemukan sebanyak 4 jenis mangrove, Titik 4 ditemukan sebanyak 7 jenis mangrove, Titik 5 ditemukan sebanyak 6 jenis mangrove, dan Titik 6 ditemukan sebanyak 6 jenis mangrove. Berikut grafik jumlah tegakan mangrove yang ditemukan di Mangrove Pancer Cengkong:



Gambar 2. Struktur Vegetasi Mangrove

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa spesies *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora mucronata* tersebar di semua titik pengamatan. Spesies *Aegiceras floridum* hanya ditemukan di Titik 2, dan *Ceriops tagal* ditemukan di Titik 2 dan 3. Vegetasi yang ditemukan pada penelitian, didominasi oleh kelompok mangrove mayor, yaitu dari Genus *Avicennia* dan *Rhizophora*. Jumlah vegetasi tertinggi, ditemukan pada Titik 4 dengan total individu sebanyak 47, sedangkan terendah pada Titik 6 sebanyak 23 individu. Spesies *Rhizophora apiculata* ditemukan paling banyak di Titik 3, dan *Aegiceras floridum* ditemukan paling sedikit dengan jumlah 3 individu pada Titik 2. Banyaknya individu yang ditemukan pada spesies *Rhizophora apiculata*, dapat disebabkan oleh pola penanaman/rehabilitasi mangrove yang dilakukan di Mangrove Pancer Cengkong didominasi oleh spesies tersebut, sehingga jumlahnya lebih tinggi dibandingkan yang lain.

Kerapatan Mangrove

Berdasarkan hasil penelitian kerapatan jenis mangrove, yang tersaji pada Tabel 1, kerapatan jenis tertinggi terdapat di Titik 4 sebesar 0.078 ind/m², diikuti Titik 1 sebesar 0.63 ind/m², dan terendah pada Titik 6 sebesar 0.038 ind/m². Kerapatan jenis tertinggi oleh spesies *Rhizophora apiculata* pada Titik 3, dan terendah oleh spesies *Bruguiera gymnorhiza* pada Titik 1. Perbedaan kerapatan mangrove pada setiap titik pengamatan, dapat dipengaruhi oleh kondisi daerah penelitian. Titik 4 (derah muara) dan Titik 1 yang sebagian besar tergolong mangrove mayor dan alami, sehingga jenis mangrove lebih heterogen. Data nilai kerapatan jenis mangrove, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kerapatan Jenis Mangrove

Spesies	Di (ind/m ²)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Avicennia alba</i>	0.015	0.012	0.008	0.017	0.005	0.008
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0.003	0	0	0.015	0.010	0.007
<i>Rhizophora apiculata</i>	0.005	0.017	0.025	0.005	0.008	0.008
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.007	0	0.005	0.005	0.005	0.005
<i>Sonneratia alba</i>	0.012	0.008	0	0.018	0.008	0.005
<i>Sonneratia caseolaris</i>	0.005	0	0	0.008	0	0
<i>Aegiceras floridum</i>	0	0.005	0	0	0	0
<i>Ceriops tagal</i>	0	0.010	0.012	0	0	0
<i>Avicennia marina</i>	0.017	0.008	0	0.010	0.005	0.005
TOTAL	0.063	0.060	0.050	0.078	0.042	0.038

Kerapatan jenis yang tinggi di Titik 3 oleh spesies *Rhizophora apiculata*, dapat dipengaruhi oleh kondisi lokasi penelitian yang berupa area rehabilitasi. Zona mangrove rehabilitasi, cenderung memiliki jenis spesies yang lebih homogen. Tegakan pohon mangrove di Titik 3, didominasi oleh tegakan semai dan pancang. Genus *Rhizophora* banyak tumbuh di area muara sungai dan daerah yang dipengaruhi pasang surut air laut. Pola adaptasi terhadap lingkungannya sangat baik, sehingga penyebaran bijinya dapat mudah tumbuh dan berkembang (Bayan *et al.*, 2016).

Frekuensi Jenis Mangrove

Frekuensi merupakan jumlah kehadiran suatu spesies di petak contoh dari keseluruhan petak contoh yang digunakan. Nilai frekuensi jenis, ditentukan oleh persebaran jenis pada setiap titik pengamatan, yang akan mempengaruhi nilai frekuensi relatif (Goasyah *et al.*, 2021). Data hasil frekuensi jenis mangrove, dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif Mangrove

Spesies	F (ind/m ²)	FR (%)
<i>Avicennia alba</i>	1.0	16.2
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0.7	10.8
<i>Rhizophora apiculata</i>	1.0	16.2
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.8	13.5
<i>Sonneratia alba</i>	1.0	16.2
<i>Sonneratia caseolaris</i>	0.3	5.1
<i>Aegiceras floridum</i>	0.5	8.1
<i>Ceriops tagal</i>	0.3	5.1
<i>Avicennia marina</i>	0.8	13.5
TOTAL	6.5	100

Berdasarkan hasil penelitian frekuensi jenis mangrove, yang tersaji di **Tabel 6**, diketahui nilai frekuensi jenis dan frekuensi relatif pada masing-masing spesies mangrove. Frekuensi jenis tertinggi terdapat pada spesies *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*, dengan nilai 1 ind/m². Nilai frekuensi terendah, terdapat pada spesies *Sonneratia caseolaris* dan *Ceriops tagal*, dengan nilai 0.3 ind/m². Nilai frekuensi relatif tertinggi, terdapat pada spesies *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*, dengan nilai 16.2%. Nilai frekuensi relatif terendah, terdapat pada spesies *Sonneratia caseolaris* dan *Ceriops tagal*, dengan nilai 5.1%. Tingginya nilai frekuensi jenis dan frekuensi relatif pada spesies *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia alba*, dikarenakan spesies ini ditemukan di semua titik pengamatan. Spesies dengan nilai frekuensi relatif yang tinggi, menandakan bahwa spesies tersebut memiliki kemampuan toleransi yang luas terhadap perubahan lingkungan, khususnya fluktuasi salinitas dan pasang surut air laut. Sedangkan, spesies *Sonneratia caseolaris* dan *Ceriops tagal*, hanya ditemukan pada 2 titik pengamatan. Nilai frekuensi relatif yang rendah, menunjukkan bahwa spesies tersebut tergolong dalam kategori kurang bertahan pada perubahan lingkungan (Amalia *et al.*, 2016).

Dominasi Jenis dan Dominansi Relatif Mangrove

Dominansi merupakan proporsi antara luas tempat yang ditutupi oleh spesies tumbuhan dengan luas total habitat. Perhitungan dominansi jenis dan dominansi relatif, digunakan untuk mengetahui pemusatan dan penyebaran jenis vegetasi yang dominan dalam ekosistem (Agustini *et al.*, 2016). Data hasil dominansi jenis dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai Dominansi Jenis

Spesies	D					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Avicennia alba</i>	0.119	0.151	0.268	0.104	0.119	0.118
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	0.192	0	0	0.123	0.127	0.131
<i>Rhizophora apiculata</i>	0.221	0.151	0.250	0.205	0.238	0.235
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.114	0	0.268	0.190	0.189	0.206
<i>Sonneratia alba</i>	0.117	0.168	0	0.135	0.168	0.154
<i>Sonneratia caseolaris</i>	0.123	0	0	0.127	0	0
<i>Aegiceras floridum</i>	0	0.219	0	0	0	0
<i>Ceriops tagal</i>	0	0.192	0.215	0	0	0
<i>Avicennia marina</i>	0.115	0.119	0	0.115	0.159	0.154

Berdasarkan hasil penelitian nilai dominansi jenis tertinggi terdapat di Titik 3 dengan spesies *Avicennia alba*, *Rhizophora apiculata*, dan *Rhizophora mucronata*. Nilai dominansi jenis terendah, terdapat di Titik 4, dengan spesies *Avicennia alba*.

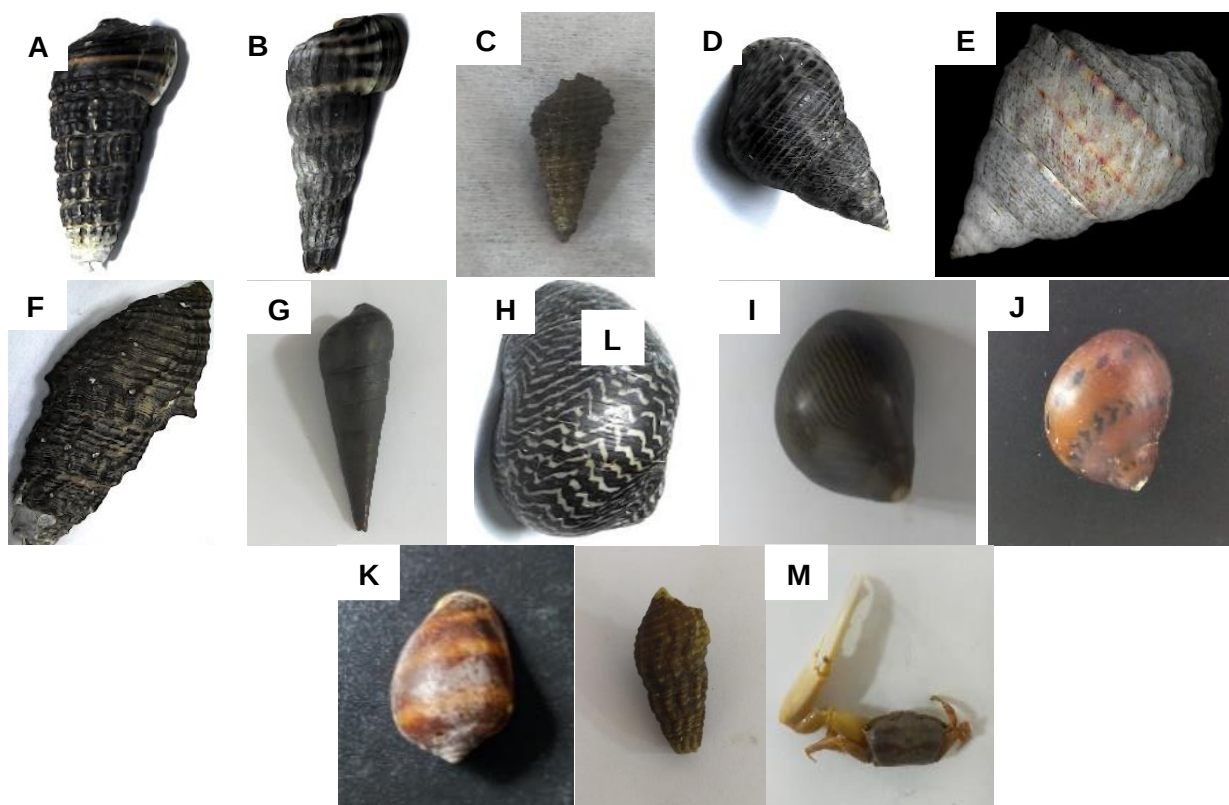
Tabel 4. Nilai Dominansi Relatif Mangrove

Spesies	DR (%)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<i>Avicennia alba</i>	11.944	15.085	26.798	10.408	11.901	11.822
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	19.189	0	0	12.314	12.736	13.123
<i>Rhizophora apiculata</i>	22.092	15.085	24.951	20.502	23.787	23.528
<i>Rhizophora mucronata</i>	11.354	0	26.798	18.993	18.852	20.644
<i>Sonneratia alba</i>	11.656	16.807	0	13.535	16.843	15.441
<i>Sonneratia caseolaris</i>	12.305	0	0	12.715	0	0
<i>Aegiceras floridum</i>	0	21.856	0	0	0	0
<i>Ceriops tagal</i>	0	19.249	21.4533	0	0	0
<i>Avicennia marina</i>	11.459	11.919	0	11.533	15.881	15.441

Berdasarkan hasil penelitian dominansi relatif, yang tersaji pada **Tabel 4**, menunjukkan bahwa nilai dominansi relatif tertinggi terdapat di Titik 3 dengan spesies *Avicennia alba* dan *Rhizophora mucronata*, sebesar 26.8%. Nilai dominansi jenis terendah, terdapat di Titik 4, dengan spesies *Avicennia alba*, sebesar 10.4%. Nilai dominansi jenis berbeda-beda di setiap vegetasi dan titik pengamatan. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan total luas basal area dan perbedaan diameter vegetasi. Nilai diameter tegakan, menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan tinggi rendahnya dominansi. Hal ini karena, diameter pohon merupakan parameter utama dalam menentukan luas basal area (Daris *et al.*, 2023). Selain itu, nilai dominansi juga dipengaruhi oleh sebaran vegetasi. Apabila dalam satu titik pengamatan lebih terkonsentrasi pada satu jenis vegetasi, maka nilai dominansinya rendah (Sanadi *et al.*, 2023). Hal ini terlihat pada *Avicennia alba* dan *Rhizophora mucronata*, dimana pada Titik 3, kedua spesies ini penyebarannya lebih memusat, sehingga memiliki nilai dominansi relatif yang lebih tinggi.

Struktur Komunitas Makrozoobenthos

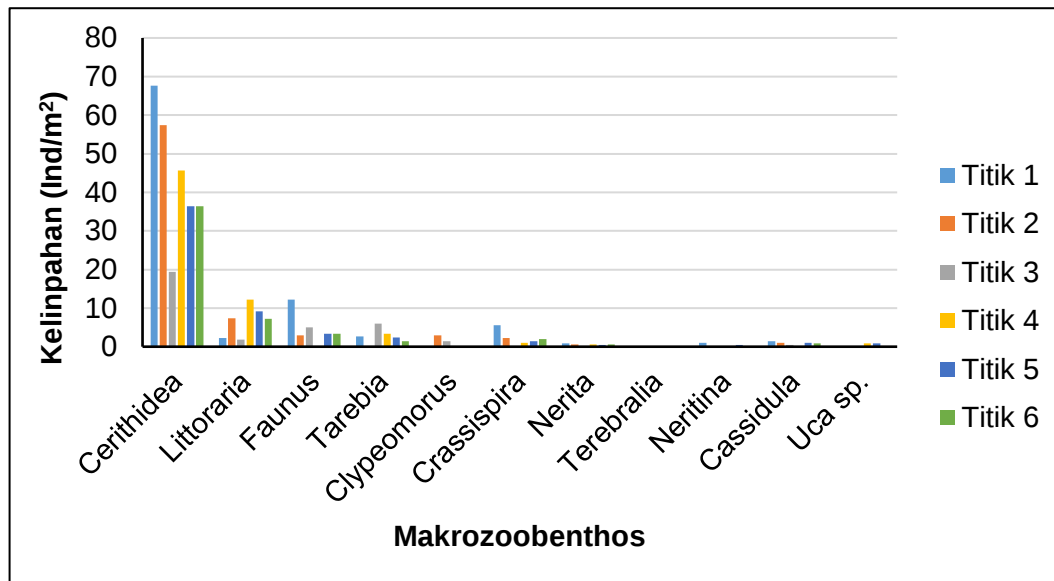
Hasil pengamatan makrozoobenthos pada 6 titik pengamatan di Mangrove Pancer Cengkong (MPC), Kabupaten Trenggalek, terdapat 2 Kelas dan 11 *Genera*. Kelas Gastropoda terdiri dari genus *Cerithidea*, *Littoraria*, *Faunus*, *Tarebia*, *Clypeomorus*, *Crassispira*, *Nerita*, *Terebralia*, *Neritina* dan *Cassidula*. Kelas Malacostraca terdiri dari genus *Uca* sp. Makrozoobenthos yang mendominasi di kawasan Mangrove Pancer Cengkong, yaitu dari Kelas Gastropoda. Hal ini dapat disebabkan oleh daya tahan tubuh dan adaptasi cangkang gastropoda yang keras, sehingga memungkinkan untuk bertahan hidup dibandingkan kelas yang lain. Kelompok makrozoobenthos yang hidup di ekosistem mangrove, mempunyai peranan penting yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung fungsi ekologi hutan mangrove (Hamzah *et al.*, 2022).



Gambar 3. Genus *Cerithidea* (A, B); Genus *Terebralia* (C); Genus *Littoraria* (D, E); Genus *Clypeomorus* (F); Genus *Faunus* (G); Genus *Nerita* (H, I); Genus *Neritina* (J); Genus *Cassidula* (K), Genus *Tarebia* sp. (L); Genus *Uca* sp. (M)

Indeks Kelimpahan Makrozoobenthos

Kelimpahan makrozoobenthos yang telah diamati pada setiap titik, memiliki hasil yang berbeda-beda. Hasil indeks kelimpahan makrozoobenthos di ekosistem Mangrove Pancer Cengkong (MPC), pada masing-masing spesies di setiap titik pengamatan, berkisar antara 0.2 – 67.6 ind/m². Tinggi rendahnya kelimpahan makrozoobenthos, dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik lingkungan (Pelealu *et al.*, 2018). Nilai indeks kelimpahan makrozoobenthos dapat di lihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Indeks Kelimpahan Makrozoobenthos

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, kelimpahan tertinggi terdapat pada Genus *Cerithidea* di Titik 1 sebesar 67.6 ind/m², dimana genus ini tersebar di semua titik pengamatan. Tingginya kelimpahan Genus *Cerithidea*, dikarenakan genus ini tergolong dalam Famili Potamididae, dimana merupakan Famili asli penghuni hutan mangrove. Genus *Cerithidae* memiliki habitat di daerah pasang surut dan menyukai substrat berlumpur (Dewi *et al.*, 2022). Hal yang sama pada kelimpahan *Cerithidea cingulata* di ekosistem mangrove Banda Aceh dan Aceh Besar, selama empat tahun ditemukan paling tinggi yaitu berkisar 150 individu/m² (Farahisah *et al.*, 2023). Tingginya kelimpahan makrozoobenthos di Titik 1, berkorelasi positif dengan tingginya kerapatan jenis mangrove di Titik 1. Kerapatan mangrove memiliki korelasi yang positif terhadap kelimpahan makrozoobenthos (Arfan *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Titik 1 mendukung pertumbuhan Genus *Cerithidea*, sehingga kelimpahannya tinggi. Kelimpahan terendah terdapat pada Genus *Neritina* sebesar 0.2 ind/m². Kelimpahan makrozoobenthos di ekosistem mangrove, salah satunya dipengaruhi oleh tingkat kerapatan mangrove. Kerapatan mangrove yang tinggi akan berdampak positif terhadap produksi serasah, sehingga semakin banyak serasah maka semakin tinggi unsur hara dan detritus yang terbentuk di ekosistem tersebut (Kresnasari & Gitarama, 2024). Hal ini menyebabkan banyaknya makrozoobenthos yang hidup, karena detritus merupakan makanannya. Beberapa faktor yang menyebabkan tinggi rendahnya kelimpahan makrozoobenthos yaitu kondisi lingkungan, ketersediaan makanan, kompetisi antar individu, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan (Aliviyanti *et al.*, 2020).

Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E), Indeks Dominansi (D) Makrozoobenthos

Tabel 5. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E), Indeks Dominansi (D) Makrozoobenthos Beserta kategorinya pada Masing-masing Stasiun Penelitian.

Titik	Indeks			Indeks Dominansi (D)		
	Indeks Keanekaragaman (H')		Indeks Keseragaman (E)			
1	0.97	Rendah	0.42	Sedang	0.56	Ada dominasi
2	0.91	Rendah	0.39	Rendah	0.60	Ada dominasi
3	1.30	Sedang	0.57	Sedang	0.37	Tidak ada dominasi
4	0.84	Rendah	0.36	Rendah	0.56	Ada dominasi
5	0.84	Rendah	0.36	Rendah	0.56	Ada dominasi
6	1.04	Sedang	0.45	Sedang	0.52	Ada dominasi

Keanekaragaman jenis (H') menggambarkan sifat komunitas yang ditentukan oleh banyaknya jenis serta pemerataan kelimpahan individu setiap jenis. Hasil indeks keanekaragaman (H') makrozoobenthos di Mangrove Pancer Cengkong, berkisar antara 0.84 – 1.27. Titik 3 dan 6, tergolong dalam kategori keanekaragaman sedang. Titik 1, 2, 4 dan 5, tergolong

dalam kategori keanekaragaman rendah. Jumlah individu di masing-masing genus yang ditemukan di Titik 3, cenderung lebih merata dan tidak terjadi perbedaan jumlah individu yang signifikan dibandingkan di titik yang lain. Tingginya nilai indeks keanekaragaman di Titik 3, dapat dipengaruhi oleh jumlah spesies dan distribusi spesies. Kondisi ini menggambarkan bahwa produktivitas cukup tinggi, kondisi ekosistem seimbang, dan tekanan ekologi sedang. Meningkatnya jumlah individu masing-masing spesies dan distribusi jumlah individu yang merata pada tiap spesies, dapat meningkatkan nilai indeks keanekaragaman (Bai'un *et al.*, 2021). Rendahnya nilai keanekaragaman, dapat dipengaruhi oleh tingginya perbedaan jumlah spesies yang ditemukan di masing-masing genus. Kesamaan spesies yang rendah dan sedikitnya nilai populasi spesies, merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi rendahnya nilai keanekaragaman dalam suatu ekosistem (Hutama *et al.*, 2019). Suatu komunitas dapat dikatakan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, apabila disusun banyak jenis dengan kelimpahan jenis yang sama atau hampir sama. Sebaliknya, apabila disusun dari sedikit jenis dan hanya sedikit jenis yang mendominasi, maka dikatakan komunitas tersebut memiliki keanekaragaman jenis yang rendah (Alwi *et al.*, 2020). Keanekaragaman jenis gastropoda yang tinggi dengan penyebaran individu yang merata di mangrove Teluk Benoa Bali, dapat menggambarkan kesehatan hutan mangrove (Maha *et al.*, 2024).

Perhitungan indeks keseragaman (E) makrozoobenthos digunakan untuk mengetahui keseragaman jenis yang mendominasi dalam suatu komunitas. Berdasarkan **Tabel 5**, nilai Indeks Keseragaman (E) makrozoobenthos di Mangrove Pancer Cengkrong berkisar antara 0.36 – 0.57, termasuk dalam kategori sedang. Nilai indeks keseragaman tertinggi terdapat di Titik 3 dengan nilai 0.57. Nilai indeks keseragaman terendah terdapat di Titik 4 dan 5 dengan nilai 0.36. Indeks keseragaman yang mencapai 1.00, menunjukkan bahwa organisme yang terdapat di ekosistem memiliki jumlah dan jenis organisme yang sama (Ramadhan *et al.*, 2023). Rendahnya nilai indeks keseragaman menunjukkan bahwa komunitas dalam kondisi tertekan. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya organisme yang mendominasi di suatu komunitas, yang menyebabkan terhambatnya perkembangan organisme yang berada dalam satu ekosistem (Hermi *et al.*, 2023). Tingginya nilai indeks keseragaman makrozoobenthos di perairan Gampong Paru Keudee, dipengaruhi oleh kondisi pasang surut (Janestia *et al.*, 2017). Nilai keseragaman jenis dapat dipengaruhi oleh waktu pengambilan data, yang mempengaruhi penyebaran individu dalam suatu jenis. Makrozoobenthos yang ditemukan Segara Anakan, memiliki keseragaman tinggi pada Bulan Juni, dan keseragaman rendah pada Bulan November (Rimadiyani *et al.*, 2019).

Perhitungan indeks dominansi makrozoobenthos (C), digunakan untuk menghitung adanya spesies tertentu yang mendominasi dalam suatu komunitas. Berdasarkan grafik pada **Tabel 5**, nilai Indeks Dominansi (C) makrozoobenthos di Mangrove Pancer Cengkrong berkisar antara 0.37 – 0.60. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat di titik 2, dengan nilai 0.60, yang termasuk dalam kategori terdapat dominansi jenis. Adanya dominansi jenis pada suatu ekosistem, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sangat menguntungkan dalam mendukung pertumbuhan spesies tertentu (Fadilla *et al.*, 2022). Namun, adanya spesies yang mendominasi pada suatu ekosistem, menggambarkan bahwa kekayaan jenis pada ekosistem tersebut rendah dan sebaran spesiesnya tidak merata (Hasibuan *et al.*, 2021). Nilai indeks dominansi terendah terdapat di titik 3, dengan nilai 0.37, yang termasuk dalam kategori tidak terdapat dominansi jenis. Umumnya, nilai indeks dominansi yang rendah akan selalu diikuti oleh indeks keseragaman yang tinggi. Hal ini berkorelasi dengan nilai indeks keseragaman yang terdapat di titik 3. Tinggi rendahnya nilai indeks dominansi saling berkaitan dengan nilai indeks keseragaman. Nilai indeks dominansi yang rendah menyatakan tidak adanya jenis yang mendominasi (Pramika *et al.*, 2021). Beberapa faktor yang dapat menyebabkan rendahnya nilai indeks dominansi, yaitu tidak adanya jumlah spesies makrozoobenthos yang lebih mendominasi terhadap spesies makrozoobenthos yang lain. Selain itu, dapat dipengaruhi oleh parameter lingkungan, seperti suhu, salinitas, dan pH (Afif *et al.*, 2014).

Parameter Lingkungan

Tipe Substrat

Pada penelitian ini, jenis substrat yang ditemukan pada masing-masing di titik berbeda. Titik 1, 2, dan 3, memiliki tekstur substrat lempung liat berpasir, sedangkan pada titik 4, 5, dan 6, memiliki tekstur substrat lempung berpasir. Berdasarkan penelitian, menunjukkan bahwa Titik 1, dengan jenis substrat lempung liat berpasir, memiliki kelimpahan jenis tertinggi, serta kerapatan mangrove yang tinggi dibandingkan dengan titik yang lain. Perbedaan jenis substrat pada masing-masing titik penelitian, diduga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi jenis dan kelimpahan makrozoobenthos. Karakteristik substrat yang dominan berpasir, seperti pada titik 4, 5, dan 6, akan mempengaruhi rendahnya jenis makrozoobenthos yang ditemukan, kecuali pada titik 4 yang merupakan area muara. Substrat berpasir akan menyebabkan makrozoobenthos kesulitan menahan pengaruh pergerakan gelombang secara terus-menerus (Ariawan *et al.*, 2021).

Kualitas Air

Tabel 6. Kualitas Air pada Setiap Titik Penelitian

Parameter	Titik					
	1	2	3	4	5	6
Suhu (°C)	28.5	27.7	27	28.4	27.2	27.5
pH	7.5	7.3	7.2	7.8	7.6	7.5
DO (mg/L)	4.14	4.05	3.87	4.65	4.31	4.25
Salinitas (ppt)	24	23	23	29	27	25

Hasil pengukuran suhu tertinggi terdapat di Titik 4 yaitu 28.8 °C dan terendah di Titik 2 dan Titik 5 yaitu 27.2°C. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan tingginya nilai suhu di Titik 4 yaitu, lokasi titik 4 berada di area muara sungai sehingga kawasannya lebih terbuka dan tidak banyak dipengaruhi kanopi mangrove. Selain itu, waktu pengukuran di saat siang hari, yang memungkinkan tingginya intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Rendahnya nilai suhu di Titik 2, dapat dipengaruhi oleh tutupan kanopi mangrove, dimana lokasi penelitian berada di mangrove zona tengah yang merupakan area rehabilitasi mangrove. Menurut PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air laut, menyatakan bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan biota sekitar 28 - 32°C.

Nilai pH setiap titik penelitian berkisar antara 7,3 – 7,8. Perubahan nilai pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi pada ekosistem. Semakin tinggi nilai karbondioksida, maka nilai pH akan semakin rendah (Valentino *et al.*, 2022). Nilai pH yang didapatkan selama penelitian, secara umum menurut Kepmen LH No. 51 Th. 2004, sesuai dengan standar baku mutu untuk pertumbuhan makrozoobenthos, yaitu 7 – 8.5. Nilai pengukuran oksigen terlarut tertinggi terdapat di Titik 4 dengan nilai DO sebesar 5.31 mg/L. Tingginya nilai oksigen terlarut di Titik 4, dapat dipengaruhi oleh lokasi penelitian yang berbatasan dengan muara sungai. Muara sungai berpengaruh pada kepadatan makrozoobenthos yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove (Susiana, 2015). Nilai oksigen terlarut terendah, terdapat di Titik 3, dengan nilai sebesar 4.52 mg/L. Fluktuasi oksigen terlarut dapat mempengaruhi distribusi, kelimpahan, dan keanekaragaman spesies makrozoobenthos. Oksigen terlarut di perairan, digunakan untuk pernafasan, metabolisme, memproduksi energi untuk pertumbuhan dan reproduksi (Hariawansyah *et al.*, 2019). Menurut PP RI No. 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air laut, menyatakan bahwa nilai oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan biota sekitar > 5 mg/L.

Pengukuran salinitas tertinggi terdapat di Titik 4 yaitu 29 ppt dan relatif sama pada titik 1, 2, dan 3. Faktor yang dapat mempengaruhi tingginya salinitas di titik 4, yaitu lokasi pengukuran berada di muara sungai, sehingga nilai salinitas lebih tinggi dibandingkan dengan titik yang lain. Nilai salinitas relatif sama pada titik 1, 2, dan 3, dipengaruhi oleh lokasi penelitian yang berada di sepanjang sungai ke arah daratan, sehingga nilai salinitasnya lebih rendah. Peningkatan salinitas di perairan, akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut. Hal ini dikarenakan, salinitas yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada fitoplankton, sehingga nilai oksigen terlarut di perairan akan menurun. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai salinitas adalah penyerapan panas, penguapan, curah hujan, aliran sungai, pasang surut, dan pola sirkulasi arus (Zallesa *et al.*, 2020). Secara umum, nilai parameter kualitas air di Mangrove Pancer Cengkong, masih dikatakan layak untuk kehidupan makrozoobenthos.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan komunitas makrozoobenthos pada 6 titik pengamatan di Mangrove Pancer Cengkong (MPC), Kabupaten Trenggalek, terdapat 2 Kelas dan 11 *genera*. Kelas Gastropoda terdiri dari genus *Cerithidea*, *Littoraria*, *Faunus*, *Tarebia*, *Clypeomorus*, *Crassispira*, *Nerita*, *Terebralia*, *Neritina* dan *Cassidula*. Kelas Malacostraca terdiri dari genus *Uca*. Kelimpahan jenis gastropoda berkisar antara 0.2 – 67.6 ind/m². Indeks keanekaragaman (H') 0.84 – 1.30 (rendah-sedang), Indeks Keseragaman (E) 0.36 – 0.57 (rendah – sedang), indeks dominansi (D) 0.37 – 0.60 terdapat jenis yang mendominasi yaitu genus *Cerithidea*. Keseluruhan stasiun penelitian, menunjukkan adanya keterkaitan antara vegetasi mangrove dengan keberadaan makrozoobenthos didalamnya. Adanya faktor lokal lainnya juga memainkan peran penting dalam distribusi mereka, sehingga kehadiran makrozoobenthos di suatu area sering kali mencerminkan kombinasi dari berbagai kondisi lingkungan dan struktur ekosistem. Perlu pemantauan dan pengelolaan mangrove secara berkelanjutan dengan mengintegrasikan aspek ekologi, ekonomi, dan sosial serta pemanfaatan makrozoobenthos di Kawasan Mangrove Pancer Cengkong agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, I. dan W.A. Nugraha. 2020. STRUKTUR KOMUNITAS GASTROPODA PADA EKOSISTEM MANGROVE DI PANCER CENGKONG KABUPATEN TRENGGALEK. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*. 1(2): 210–219. DOI: <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7575>
- Afif, J., S. Ngabekti dan T.A. Pribadi. 2014. Keanekaragaman Makrozoobenthos sebagai Indikator Kualitas Perairan di Ekosistem Mangrove Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Unnes J Life Sci*. 3(1). DOI: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/UnnesJLifeSci>
- Agustini, T.N., Z. Ta'alidin dan D. Purnama. 2016. Struktur Komunitas Mangrove di Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*. 1(1).
- Aliviyanti, D., A. Isdianto, M.A. Asadi, D.K. Saputra, F.D. Kristanti dan M.F. Haykal. 2020. Komposisi dan Kerapatan Mangrove Kawasan Konservasi Taman Wisata Perairan. *Indonesia Journal of Conservation*. 9(2): 63–67.
- Alwi, D., S.H. Muhammad dan H. Herat. 2020. Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobenthos Pada Ekosistem Mangrove Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *JURNAL ENGGANO*. 5(1): 64–77. DOI: <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.1.64-77>
- Alwidakdo, A., Z. Azham dan L. Kamarubayana. 2014. Studi Pertumbuhan Mangrove Pada Kegiatan Rehabilitasi Hutan Mangrove di Desa Tanjung Limau Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal AGRIFOR*. 18(1): 11–18.

- Amalia, F., Yuliani dan N.K. Indah. 2016. Keanekaragaman Tumbuhan Mangrove di Kawasan Pantai Tengket, Bangkalan-Madura Diversity of Mangrove at Tengket Beach, Bangkalan Madura. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>
- Arfan, A., W. Sanusi dan M. Rakib. 2023. Analisis Kerapatan Mangrove dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung Kota Makassar. *Journal of Marine Research*. 12(3): 493–500. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.38060>
- Arfiati, D., F. Iranawati, T.D. Andhani, K. Orchida, K.F. Aprilian, Z.N. Inayah dan R.K. Pratiwi. 2024. Gastropod Community Structure in Mangrove Pancer Cengkong Ecosystem. www.ijisrt.com
- Ariawan, I.K.D., I.G.B.S. Dharma dan E. Faiqoh. 2021. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Ekosistem Mangrove Pulau Serangan Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 7(2): 224. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2021.v07.i02.p11>
- Bai'un, N.H., I. Riyantini, Y. Mulyani dan S. Zallesa. 2021. Keanekaragaman Makrozoobenthos sebagai Indikator Kondisi Perairan di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Bayan, I. E., F. Yulianda dan I. Setyobudiadi. 2016. Degradation analysis of mangrove ecological function as macrozoobenthos habitat and its management in the Angke Kapuk Coastal Area, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*. 6(1): 1–11. DOI: <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w060101>
- Daris, L., J. Wahyuti dan F. I. Arianto. 2023. Kajian Ekosistem Mangrove Berdasarkan Jenis dan Karakteristik Substrat di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar. *Lutjanus*. 28(1): 16–27. DOI: https://ppnp.e-journal.id/lutjanus_PPNP
- Dewi, T.A.R., Mauludiyah dan M. Munir. 2022. Study of The Relationship of Water Quality with The Ecological Index of Aquatic Biota in The Permata Pilang Beach Estuary Area, Probolinggo. *Jurnal Biota*. 8(2). DOI: <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/biota>
- Fadilla, R.N., W.R. Melani, dan T. Apriadi. 2022. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Desa Pengujan Kabupaten Bintan. *Habitus Aquatica*. 2(2): 83–94. DOI: <https://doi.org/10.29244/haj.2.1.83>
- Farahisah, H., N. Azizah, I. Dewiyanti dan C. Yulvizar. 2023. Relationship of mangrove snail's abundance (Cerithidea sp.) with mangrove density at mangrove ecosystem in Banda Aceh and Aceh Besar. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 1221(1). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1221/1/012057>
- Farid, A., D.R. Tauriqie, A. Arisandi, J.R. Telang, P.O. Box, K. Kamal dan K. Bangkalan. 2023. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Makrozoobenthos di Ekowisata Mangrove Lembung, Kecamatan Galis, Kabupaten Pamekasan. *Jurnal Kelautan*. 16(3): 291–298. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v16i3.20370>
- Goasyah, I., M.M.E. Purnama dan N. Rammang. 2021. Keanekaragaman vegetasi mangrove (Studi Kasus Di Desa Kalikur Waikoro Leulaleng, Kecamatan Buyasuri, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur). [Skripsi]. Undana : Kupang.
- Hamuna, B., A.N. Sari dan R. Megawati. 2018. Kondisi Hutan Mangrove di Kawasan Taman Wisata Alam Teluk Youtefa, Kota Jayapura. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*. 35(2): 75–83.
- Hamzah, S.F., H. Hamdani, S. Astuty dan M.R. Ismail. 2022. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Kawasan Ekowisata Hutan Mangrove Pandansari, Brebes, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*. 17(1): 1-12.
- Hariawansyah, F.A., N. Widyorini dan C. Ain. 2019. Kelimpahan Makrozoobenthos Berdasarkan Statifikasi Salinitas dari Hulu - Hilir Sungai Siangker Semarang. *JOURNAL OF MAQUARES*. 8(2). DOI: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Hasibuan, I.M., R. Amelia, Y. Bimantara, I.E. Susetya, A. Susilowati dan M. Basyuni. 2021. Vegetation and macrozoobenthos diversity in the percut sei tuan mangrove forest, north sumatra, indonesia. *Biodiversitas*. 22(12): 5600–5608. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221245>
- Hermi, R., A. Mursawal, H. Heriansyah, M.A. Nasution, M. Munandar, S. Wahyuni, M. Rizal, I. Khairi, dan A. Akbardiansyah. 2023. Kepadatan biota moluska Genus Nerita pada zona litoral Kecamatan Simeulue Tengah Kabupaten Simeulue Provinsi Aceh. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*. 5(2): 169–175. DOI: <https://doi.org/10.51179/jipsbp.v5i2.2006>
- Hutama, H.F.R., R. Hartati dan A. Djunaedi. 2019. Makrozoobenthos Gastropoda pada Vegetasi Mangrove di Pesisir Utara, Semarang. *BULETIN OSEANOGRAFI MARINA*. 8(1): 37. DOI: <https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.22453>
- Janestia, R.N., M.A. Sarong dan S. Purnawan. 2017. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Ekosistem Mangrove Perairan Paru Keudee, Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*. 2: 406–414.
- Kresnasari, D. dan A.M. Gitarama. 2024. Biodiversitas Gastropoda di Hutan Mangrove Segara Anakan, Cilacap. *Jurnal Inovasi Daerah*. 3(1): 61–75. DOI: <https://doi.org/10.566655/jid/v3i1.144>
- Maha, N.S., N.M. Ernawati dan D. Ulinuha. 2024. Keanekaragaman Jenis Gastropoda Sebagai Indikator Kesehatan Ekosistem Mangrove di Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine Research*. 13(4): 607–616. DOI: <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i4.46432>
- Nadaa, M.S., N. Taufiq-Spj dan S. Redjeki. 2021. Kondisi Makrozoobentos (Gastropoda dan Bivalvia) Pada Ekosistem Mangrove, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*. 10(1): 33–41. <https://doi.org/10.14710/buloma.v10i1.26095>
- Noviyanti, A., K. Walil dan D.T. Puspandari. 2019. Identifikasi Makrozoobenthos di Kawasan Hutan Mangrove Kajhu Kabupaten Aceh Besar. *BIONatural*. 6(2): 92–99.

- Paringsih, N.C., P. Setyono dan S. Sunarto. 2018. Konservasi Mangrove Berbasis TRM (Tanam Rawat Monitoring) untuk Menjaga Sumberdaya Laut di Cengkong, Trenggalek. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 4(2): 22–34. DOI: <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i2.6882>
- Pelealu, G.V.E., R. Koneri dan R.R. Butarbutar. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara.
- Pramika, L., Muliadi dan S. Minsas. 2021. Stuktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pulau Kabung, Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 4(1): 10–19.
- Ramadhan, B., M. Sari, J. Sofiana dan S. Minsas. 2023. Kepadatan dan keanekaragaman makrozoobenthos di kawasan mangrove Setapak Besar. 2(3).
- Rimadiyani, W., M. Krisanti dan Sulistiono. 2019. Macrozoobenthos community structure in the western Segara Anakan Lagoon, central Java, Indonesia. *Biodiversitas*. 20(6): 1588–1596. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200615>
- Sanadi, S., N. Tampubolon, N. Widiastuti, F.F. Simatauw, M. Bato dan B. Duwit. 2023. Analisis Vegetasi Mangrove di Kelurahan Bonkawir Kota Waisai Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 7(2). DOI: <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.Vol.7.No.2.256>
- Susiana. 2015. *Analisis Kualitas Air Ekosistem Mangrove di Estuari Perancak, Bali*. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)*. 8(1): 42–49.
- Susilo, E., P. Purwanti dan R.A. Lestariadi. 2015. Keberlanjutan “Kejung Samudra” Dalam Pengelolaan Dan Pemanfaatan Sumberdaya Mangrove Di Pancer Cengkong Dan Damas, Pantai Prigi, Trenggalek. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*. 5(1): 19. DOI: <https://doi.org/10.15578/jksekp.v5i1.1034>
- Valentino, N., S. Latifah, B. Setiawan, E. Hidayati, Z.Y. Awanis dan H. Hayati. 2022. Karakteristik Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Ekosistem Mangrove Gili Lawang, Lombok Timur. *Jurnal Belantara*. 5(1): 119–130. DOI: <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.888>
- Yeanny, M.S. dan T.A. Barus. 2020. Makrozoobenthos Community as Bioindicator in River Belawan. *ICOSTEERR* 2018.
- Zallesa, S., I. Riyantini, S. Astuty, Y.A. Nurrahman, I. Faizal, S. Arsad, M.K. Martasuganda dan F.S. Prasetya. 2020. A Survey of Macrozoobenthos Assemblages in a Tropical Mangrove Estuary in Brebes, Java Island. *Omni-Akuatika*. 16(1): 62. DOI: <https://doi.org/10.20884/1.oa.2020.16.1.754>