

Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Kelimpahan Gastropoda di Teluk Gilimanuk, Bali

Rossa Lina Valenciana^a, Gede Surya Indrawan^{a*}, Putu Satya Pratama Atmaja^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: suryaindrawan@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 13 Juni 2024

Received in revised form: 14 Juli 2024

Accepted: 23 September 2024

Available online: 28 Februari 2025

Keywords:

Ecosystem;

Mangrove;

Gastropod;

Gilimanuk;

Kata Kunci:

Ekosistem;

Mangrove;

Gastropoda;

Gilimanuk;

ABSTRACT

Mangrove ecosystems are located in coastal areas with high productivity due to the decomposition of litter decomposed by gastropods so that there is detritus, which is a source of energy for biota living in the waters. This study was conducted to determine mangrove density and gastropod abundance and the relationship between mangrove density and gastropod abundance in Gilimanuk Bay. Data collection methods and determination of sampling points were carried out using purposive sampling. Mangrove data were collected using a 10x10 m transect with 27 plots. Gastropod data collection was carried out using 1x1 m transects totaling 5 on each mangrove transect at each corner and center of the mangrove transect. Environmental parameters taken were temperature, pH, salinity, and DO. In Gilimanuk Bay, there are 13 types of mangroves from 7 different families. Mangrove density in Gilimanuk Bay amounted to 1944 - 2300 ind/ha, which is classified as very dense (good). The highest gastropod abundance value at station 1 was 16 ind/m² and the lowest was at station 3 at 3 ind/m². Pearson correlation analysis showed a strong relationship between mangrove density and gastropod abundance.

A B S T R A K

Ekosistem mangrove terletak di wilayah pesisir yang menjadi salah satu daerah dengan produktivitas yang tinggi, karena terjadi dekomposisi serasah yang diuraikan oleh gastropoda sehingga terdapat detritus yang menjadi sumber energi bagi biota yang hidup di perairan. Tujuan penelitian untuk mengetahui kerapatan mangrove, kelimpahan gastropoda, dan hubungan kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda di Teluk Gilimanuk. Metode pengambilan data dan penentuan titik sampling dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Pengambilan data mangrove dilakukan menggunakan transek berukuran 10x10 m dengan jumlah plot sebanyak 27 plot. Pengambilan data gastropoda dilakukan dengan menggunakan transek berukuran 1x1 m yang berjumlah 5 transek pada setiap transek mangrove pada setiap sudut dan tengah dari transek mangrove. Parameter lingkungan yang diambil adalah suhu, pH, salinitas, dan DO. Di Teluk Gilimanuk terdapat 13 jenis mangrove dari 7 famili yang berbeda. Kerapatan mangrove di Teluk Gilimanuk sebesar 1944,44 – 2300 ind/ha yang tergolong sangat padat (baik). Nilai kelimpahan gastropoda tertinggi pada stasiun 1 16,36 ind/m² dan nilai kelimpahan terendah yaitu pada stasiun 3 sebesar 3,44 ind/m². Hasil analisis korelasi pearson menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda.

2025 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang terletak di wilayah pesisir, yang berada pada daerah pasang surut yang merupakan salah satu komponen sumber daya alam dengan potensi yang besar (Yulianda *et al.*, 2013). Beberapa fungsi dari ekosistem ini yaitu sebagai pencegah abrasi, penghasil oksigen, penyuplai makanan dan menjadi habitat bagi beragam biota perairan seperti kepiting, kerang, dan ikan-ikan kecil (Zainal *et al.*, 2021). Ekosistem mangrove menjadi salah satu daerah dengan produktivitas yang tinggi, hal tersebut karena terdapat serasah dan terjadi dekomposisi serasah sehingga terdapat detritus yang menjadi sumber energi bagi biota yang hidup di perairan (Suwondo dan Sumanti, 2005).

Pentingnya peran ekosistem mangrove bagi lingkungan sekitar menjadikan alasan bahwa ekosistem ini harus dikelola dengan baik (Ma'ruf *et al.*, 2022). Karena ekosistem mangrove yang mengalami tekanan akan berdampak pada organisme yang memanfaatkan ekosistem mangrove ini sebagai habitat, terutama gastropoda yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove yang memiliki peran menguraikan serasah mangrove (Merly *et al.*, 2022). Dampak yang ditimbulkan dari ekosistem yang mengalami tekanan adalah menurunnya populasi gastropoda tertentu yang sehingga dapat mengakibatkan terganggunya kelangsungan hidup, bahkan terputusnya rantai makanan pada ekosistem mangrove (Hulopi *et al.*, 2022).

Kelimpahan gastropoda pada suatu daerah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dan kondisi lingkungan abiotik ataupun

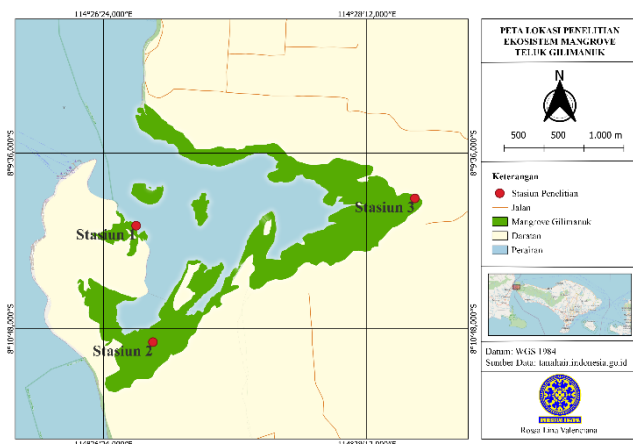
biotik serta toleransi terhadap faktor lingkungan tersebut (Situmorang *et al.*, 2018). Perubahan faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, tipe substrat dan kandungan bahan organik juga mempengaruhi struktur komunitas gastropoda. Tekanan dan perubahan lingkungan juga dapat mempengaruhi jumlah dan jenisnya dalam suatu komunitas karena keanekaragaman jenis bertambah apabila komunitas menjadi semakin stabil (Aditya & Nugraha, 2020). Maka dari itu, gastropoda dapat dijadikan indikator suatu perairan yang memiliki kemampuan merespon kondisi perairan secara terus menerus dengan melihat struktur komunitasnya (Samir dan Romy, 2016).

Teluk Gilimanuk merupakan tempat aktivitas kegiatan manusia dengan intensitas yang cukup tinggi seperti pemukiman, pelabuhan, dan perikanan. Kemajuan pembangunan dan aktivitas manusia dapat berdampak pada ekosistem mangrove dan kualitas perairan yang mungkin dapat mengganggu perkembangan organisme di perairan tersebut (Marbawa *et al.*, 2014). Beberapa penelitian mengenai mangrove dan gastropoda telah dilakukan di Teluk Gilimanuk seperti penelitian mengenai komposisi jenis dan kerapatan mangrove di Teluk Gilimanuk tergolong sangat padat (Ma'ruf *et al.*, 2022) dan struktur komunitas makrozoobentos di Teluk Gilimanuk diperoleh kelimpahan kelas gastropoda didapatkan paling tinggi daripada kelas lainnya (Ndale *et al.*, 2021). Namun, pada penelitian sebelumnya belum mempertimbangkan faktor kerapatan mangrove berdasarkan zonasinya yang dapat memengaruhi kelimpahan gastropoda yang diketahui dapat menjadi indikator suatu perairan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kerapatan mangrove, kelimpahan gastropoda, dan hubungan kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda di Teluk Gilimanuk, Bali.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Hutan mangrove Teluk Gilimanuk pada bulan Oktober - November 2023. Identifikasi sampel gastropoda dilakukan di Laboratorium Ilmu Kelautan. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun berdasarkan zonasi mangrove, yaitu stasiun I (zona yang dekat dengan laut), stasiun II (zona tengah), dan stasiun III (zona darat) (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

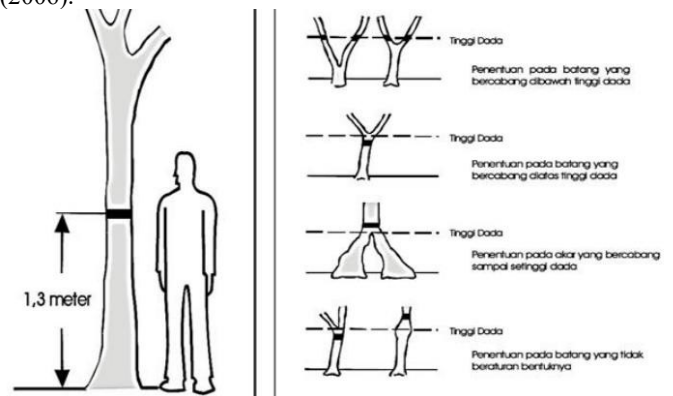
2.2 Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Penentuan titik sampling menggunakan transek pada 3 stasiun dan pada setiap stasiun terdiri dari 9 titik yang mewakili setiap zonasi sehingga total transek pada lokasi penelitian sebanyak 27 transek. Penentuan titik sampling

transek/plot diletakkan petak berukuran 10x10 m. Pada setiap transek dibuatkan kuadran berukuran 1x1 m di setiap ujung dan tengah transek. Kuadran berukuran 1x1 m ini digunakan untuk pengambilan sampel gastropoda dan area transek 10x10 m digunakan untuk mengambil data mangrove.

2.2.1 Pengambilan Data Mangrove

Pengambilan data mangrove dilakukan dengan menghitung jumlah, jenis, dan keliling batang pada masing-masing transek. Pengambilan data mangrove adalah pengukuran lingkaran batang pohon mangrove dan setiap pohon setinggi dada (1,3 m) dengan menggunakan meteran pada variasi letak pengukuran berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 201 tahun 2004 (Gambar 2). Identifikasi jenis mangrove langsung ditentukan pada transek berdasarkan buku Pengenalan Mangrove Noor *et al.* (2006).



Gambar 2. Posisi pengukuran lingkaran batang pohon mangrove

2.2.2 Pengambilan Data Gastropoda

Pengambilan sampel gastropoda dilakukan dengan mengambil dalam transek/plot pengamatan berukuran 10 x 10m. Dalam setiap transek dibuat sub plot berjumlah 5 titik, dimana masing-masing titik tersebut menggunakan transek yang berukuran 1 x 1m. Gastropoda yang diambil berada di permukaan substrat dan yang menempel pohon mangrove dengan menggunakan tangan (*Hand collecting*). Untuk pengambilan gastropoda yang berada di pohon diambil sampai ketinggian 1,3 m seperti tinggi pengukuran lingkaran batang mangrove. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label. Kemudian diawetkan dengan alkohol 70%. Sampel gastropoda yang didapatkan akan diidentifikasi sampai dengan tingkat spesies. Buku panduan yang digunakan yaitu buku identifikasi gastropoda menurut Dharma (2005) yang berjudul "*Recent and Fossil Indonesian Shells*" dan menurut Robin (2008) yang berjudul "*Encyclopedia of Marine Gastropods*" dan nama-nama spesies mengacu pada *World Register of Marine Species* (WoRMS).

2.2.3 Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran kualitas air dilakukan dengan cara *in situ* yaitu dengan mengambil dan mengukur secara langsung contoh air pada masing-masing stasiun pengamatan, Pengukuran kualitas air yang diukur meliputi salinitas, suhu, pH, dan DO. Dimana pengukuran parameter kualitas lingkungan dilakukan pada masing-masing stasiun. Pengukuran dilakukan dengan tiga kali pengulangan tiap plot. Sampel air diambil di 3 bagian plot secara diagonal di tengah dan pada setiap ujung. Sampel air yang digunakan adalah *pore water*. Pengambilan sampel substrat diambil pada bagian teratas sekitar 5-10 cm kemudian dimasukkan ke dalam plastik zip. Analisis tekstur substrat dilakukan dengan menggunakan metode

pipet dan bahan organik menggunakan metodel LOI (*Loss on Ignition*). Kandungan bahan organik dikategorikan berdasarkan persentase, yaitu sangat rendah jika < 1,00; rendah (1-2,00); sedang (2,01-3,00), tinggi (3,01-5,00) dan sangat tinggi (>5,00).

2.3 Analisis Data

2.3.1 Kerapatan Mangrove

Kerapatan jenis adalah jumlah individu jenis i dalam satu unit area. Untuk mengetahui kerapatan jenis mangrove dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (English *et al.*, 1998).

$$K_i = \frac{n_i}{A} \times 10.000 \text{ 1)}$$

Dimana:

- K_i : Kerapatan jenis ke-I (ind/ha)
- N_i : Jumlah total tegakan ke -i
- A : Luas area total pengambilan sampel (m²)

Kondisi kerusakan mangrove berdasarkan KepMen LH No.201 Tahun 2004 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kerusakan mangrove berdasarkan Kepmen LH No.201 tahun 2004

Kriteria		Kerapatan (ind/ha)
Baik	Sangat padat	≥1500
	Sedang	≥1000-1500
Rusak	Jarang	≤1000

2.3.2 Komposisi Mangrove

Komposisi merupakan persentase jumlah individu suatu jenis mangrove di semua lokasi pengamatan berdasarkan total seluruh individu. Komposisi tumbuhan dapat diartikan sebagai variasi jenis flora yang menyusun suatu komunitas. Perhitungan nilai komposisi ini berdasarkan persamaan 2.

$$\text{Komposisi} = \left(\frac{\text{ind.suatu jenis}}{\text{Total ind.seluruh jenis}} \right) \times 100\% \text{ 2)}$$

2.3.3 Kelimpahan Gastropoda

Kelimpahan gastropoda memberikan gambaran tentang jumlah individu yang menempati suatu wilayah per satuan luas. Analisis kelimpahan gastropoda berdasarkan jumlah individu persatuan luas dihitung dengan menggunakan persamaan luas dihitung dengan menggunakan persamaan 3 (Bakus, 1990).

$$D = \frac{n_i}{A} \text{ 3)}$$

Keterangan:

- D : Kelimpahan individu (ind/m²)
- N_i : Jumlah individu
- A : Luas plot pengamatan (m²)

2.3.4 Keanekaragaman Gastropoda

Indeks keanekaragaman bertujuan untuk menggambarkan tingkat hubungan kelompok spesies dalam komunitas. Indeks keanekaragaman dihitung dengan menggunakan indeks Shannon Wiener (Krebs, 1989) (persamaan 4).

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \text{ 4)}$$

Keterangan:

- n_i : Jumlah individu
- N : Jumlah total individu semua spesies
- P_i : n_i/N

Indeks keanekaragaman (H') terdiri dari beberapa kriteria yaitu
 H' > 3 : menunjukkan keanekaragaman tinggi
 1 ≤ H' ≤ 3 : menunjukkan keanekaragaman sedang
 H' < 1 : menunjukkan keanekaragaman rendah

2.3.5 Keseragaman Gastropoda

Indeks keseragaman digunakan untuk mengetahui keseimbangan komunitas, dengan melihat ukuran kesamaan jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas. Dalam menentukan indeks keseragaman gastropoda yaitu komposisi individu tiap jenis yang terdapat dalam suatu komunitas maka digunakan indeks Pielou (persamaan 5) (Krebs, 1985).

$$E = \frac{H'}{H \text{ maks}}$$

Keterangan:

- E : Keseragaman
- H' : Indeks Keanekaragaman
- S : Jumlah jenis yang ditemukan

Nilai Indeks Keseragaman berkisaran antara 0-1, semakin kecil nilai E (mendekati 0), keseragaman semakin kecil yang berarti penyebaran jumlah individu setiap jenis tidak sama ada kecenderungan terjadi dominasi oleh jenis-jenis tertentu. Kisaran nilai indeks keseragaman adalah:

- E < 0,4 : Keseragaman rendah
- 0,4 ≤ E ≤ 0,6 : Keseragaman sedang
- E > 0,6 : Keseragaman tinggi

2.3.6 Dominansi Gastropoda

Dominansi gastropoda digunakan untuk melihat apakah dalam suatu komunitas tertentu apakah ada suatu jenis yang mendominasi, dapat ditentukan dengan indeks dominansi Simpson (Odum, 1993) (persamaan 6).

$$c = \sum_{c=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks dominansi jenis
- n_i : Jumlah individu pada setiap jenis ke-i
- N : Jumlah total individu ke-i

Nilai Indeks dominansi berkisar antara 0-1, jika C mendekati 0, maka tidak ada jenis yang mendominasi. Kisaran nilai indeks keseragaman adalah:

- C < 0,3 : Dominansi rendah
- 0,3 ≤ C ≤ 0,6 : Dominansi sedang
- C > 0,6 : Dominansi tinggi

2.3.7 Hubungan Mangrove dengan Gastropoda

Analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan gastropoda dengan kerapatan mangrove yaitu dengan menggunakan perhitungan koefisien korelasi Pearson yang merupakan jenis uji korelasi yang digunakan untuk mengetahui derajat keeratan hubungan 2 variabel (Usman, 2003). Perhitungan koefisien korelasi Pearson menggunakan persamaan 7.

$$Y = a + bX \text{ 7)}$$

Untuk mengetahui seberapa besar nilai koefisien korelasi, maka digunakan persamaan 8.

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Analisis korelasi tersebut dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel yang dipengaruhi atau variabel yang mempengaruhi berapa besar pengaruh suatu variabel terhadap variabel yang lain.

Nilai interval tingkat hubungan antar variabel diberikan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Sugiyono, 2012).

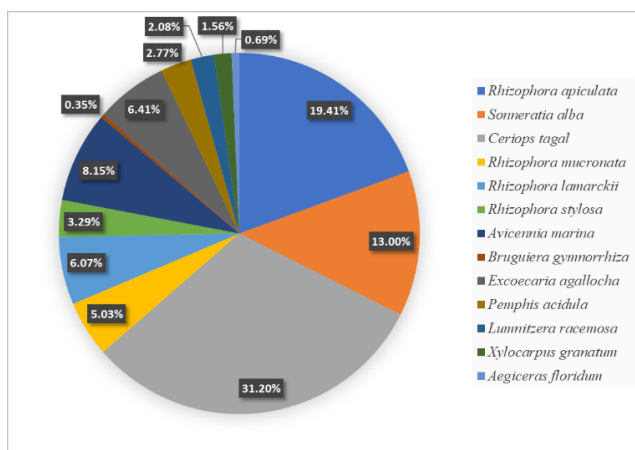
Tabel 2. Nilai interval hubungan antar variabel

No	Interval koefisien	Tingkat hubungan
1	0,00 - 0,199	Sangat rendah
2	0,20 - 0,399	Rendah
3	0,40 - 0,599	Sedang
4	0,60 - 0,799	Kuat
5	0,80 - 1,00	Sangat kuat

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Jenis Mangrove

Spesies mangrove yang ditemukan di Teluk Gilimanuk terdapat 13 jenis. Persentase komposisi mangrove dapat dilihat pada Gambar 3. Jenis mangrove pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3. Persentase komposisi jenis mangrove di Teluk Gilimanuk

Jenis mangrove di Teluk Gilimanuk terdiri dari 13 spesies dari 7 famili. Vegetasi mangrove mayor yang ditemukan pada lokasi penelitian sebanyak 9 spesies, diantaranya *Ceriops tagal*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora lamarckii*, *Rhizophora stylosa*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorrhiza*, dan *Lumnitzera racemosa*. Vegetasi mangrove minor sebanyak 4 jenis, yaitu *Excoecaria agallocha*, *Pemphis acidula*, *Aegiceras floridum*, dan *Xylocarpus granatum*. Jenis mangrove yang ditemukan tergolong lebih sedikit apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian Marbawa *et al.* (2014) di seluruh kawasan Taman Nasional Bali Barat yang menemukan 18 jenis mangrove. Namun jumlah mangrove yang ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan penelitian Ma'ruf *et al.* (2022) pada mangrove di kawasan hutan mangrove Teluk Gilimanuk ditemukan 11 spesies mangrove,

penelitian oleh Prihandanaa *et al.* (2021) menemukan 9 jenis mangrove, dan penelitian oleh Damanik *et al.* (2023) yang menemukan 9 jenis mangrove.

Tabel 3. Kehadiran mangrove pada tiap stasiun

No	Spesies Mangrove	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1.	<i>C. tagal</i>	-	+	+
2.	<i>R. apiculata</i>	+	+	-
3.	<i>R. mucronata</i>	+	+	-
4.	<i>R. lamarckii</i>	+	+	-
5.	<i>R. stylosa</i>	+	+	-
6.	<i>B. gymnorrhiza</i>	+	-	-
7.	<i>S. alba</i>	+	+	-
8.	<i>P. acidula</i>	-	-	+
9.	<i>A. marina</i>	+	+	-
10.	<i>E. agallocha</i>	-	-	+
11.	<i>L. racemosa</i>	-	-	+
12.	<i>X. granatum</i>	-	-	+
13.	<i>A. floridum</i>	-	+	-

Spesies mangrove yang paling dominan di zona laut adalah *R. apiculata* dan *S. alba*. Kedua spesies tersebut memiliki mekanisme adaptif yang memungkinkan mereka bertahan pada salinitas yang lebih tinggi (Almahasheer *et al.*, 2016). Spesies mangrove yang ditemukan mendominasi zona tengah yaitu *C. tagal* dan *R. apiculata*. Kedua spesies tersebut merupakan famili Rhizophoraceae mempunyai bentuk morfologi yang mampu beradaptasi dengan baik pada substrat lempung berpasir karena mempunyai akar penyangga. Famili Rhizophoraceae diketahui mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi oksigen rendah, kadar garam tinggi, dan daratan yang terpapar gelombang pasang (Bengen, 2000).

Peralihan ke zona darat ditandai dengan keberadaan *L. racemosa* dan *X. granatum* (Hidayatullah & Pujiono, 2014). Spesies mangrove minor seperti *X. granatum*, *E. agallocha*, dan *P. acidula* ditemukan di zona darat karena mangrove minor tumbuh pada tepi habitat mangrove dan tidak membentuk tegakan murni. Mangrove jenis *P. acidula* hanya ditemukan di daratan yang kering dengan substrat pasir, spesies ini mampu tumbuh di zona darat yang tidak terjangkau gelombang pasang (Utina *et al.*, 2019). Spesies mangrove yang mendominasi pada zona darat yaitu *C. tagal* mendominasi zona belakang dengan substrat lempung berpasir. Hal tersebut sesuai bagi spesies *C. tagal* karena memiliki akar lutut sehingga mampu mengikat substrat berlempung. Spesies ini memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memanfaatkan unsur hara atau mineral, walaupun dengan kondisi bahan organik yang sedang hingga rendah (Lewerissa *et al.*, 2018).

C. tagal merupakan spesies dengan komposisi jenis tertinggi dengan persentase sebesar 31,20% yang tersebar luas di peralihan zona tengah hingga belakang. Jenis ini tergolong dalam mangrove mayor yang merupakan jenis yang dapat tumbuh di lingkungan hutan dan memiliki karakter sistem perakaran yang unik dengan mekanisme fisiologi khusus berupa melakukan sekresi kelebihan garam sehingga dapat beradaptasi dengan lingkungannya (Rofi'i *et al.*, 2021). Hal ini didukung dengan pernyataan Noor *et al.* (2006) bahwa mangrove jenis *C. tagal* tumbuh membentuk belukar yang rapat pada pinggir daratan dari hutan pasang surut dan pada areal yang tergenang oleh pasang tinggi dengan tanah yang memiliki sistem pengeringan baik.

3.2 Kerapatan Mangrove

Kerapatan mangrove di Teluk Gilimanuk yaitu berkisar 1944,89 – 2300 ind/ha. Nilai kerapatan mangrove paling tinggi

berada pada stasiun 2 dan paling rendah pada stasiun 3. Kerapatan mangrove di Teluk Gilimanuk dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kerapatan mangrove

Jenis	Kerapatan (ind/ha)	Kriteria berdasarkan KepMen LH No.201 Tahun 2004
<i>Rhizophora apiculata</i>	833,33	Kerapatan sangat padat atau mangrove berada dalam kondisi baik
<i>Sonneratia alba</i>	566,67	
<i>Rhizophora mucronata</i>	133,33	
<i>Rhizophora lamarckii</i>	211,11	
<i>Rhizophora stylosa</i>	133,33	
<i>Avicennia marina</i>	177,78	
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	22,22	
Jumlah	2166,67	Baik
<i>Ceriops tagal</i>	877,78	Kerapatan sangat padat atau mangrove berada dalam kondisi baik
<i>Rhizophora apiculata</i>	466,67	
<i>Sonneratia alba</i>	266,67	
<i>Rhizophora mucronata</i>	188,89	
<i>Avicennia marina</i>	288,89	
<i>Rhizophora lamarckii</i>	88,89	
<i>Rhizophora stylosa</i>	77,78	
<i>Aegiceras floridum</i>	44,44	
Jumlah	2300	Baik
<i>Ceriops tagal</i>	1011,11	Kerapatan sangat padat atau mangrove berada dalam kondisi baik
<i>Excoecaria agallocha</i>	411,11	
<i>Pemphis acidula</i>	177,78	
<i>Lumnitzera racemosa</i>	133,33	
<i>Xylocarpus granatum</i>	100	
Jumlah	1944,44	Baik

Nilai kerapatan mangrove yang didapatkan pada ketiga stasiun di Teluk Gilimanuk, yaitu berkisar 1944,44 – 2300 yang termasuk dalam kategori sangat padat atau dalam kondisi baik. Kerapatan mangrove yang ditemukan lebih sedikit apabila dibandingkan dengan Damanik *et al.* (2023) yang melakukan penelitian di kawasan hutan mangrove Taman Nasional Bali Barat dengan kerapatan 2100 ind/ha – 8867 ind/ha dan penelitian oleh Ma'rif *et al.* (2022) yang melakukan penelitian di Teluk Gilimanuk mendapatkan nilai kerapatan 2390,32 ind/ha yang masuk kategori baik (sangat padat).

Kerapatan mangrove di lokasi penelitian memiliki nilai kisaran antara 1944,44 - 2300 ind/ha, menurut baku mutu kerusakan hutan mangrove KepMen LH No. 201 Tahun 2004 daerah Teluk Gilimanuk memiliki nilai ≥ 1500 ind/ha artinya masuk kedalam kategori kerapatan mangrove yang menunjukkan kualitas kondisi hutan tergolong dalam kondisi baik dengan kepadatan yang sangat padat. Lokasi pengamatan memiliki kerapatan sangat padat karena daerah tersebut masih relatif alami dan menjadi daerah konservasi. Akbar *et al.* (2016) menyatakan bahwa tingginya nilai kerapatan mengindikasikan tingkat regenerasi jenis mangrove tergolong baik dan dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang ada.

Kerapatan mangrove pada stasiun 1 memiliki nilai 2166,67 ind/ha. Jenis mangrove paling dominan yaitu *Rhizophora apiculata* dengan nilai 833,33 ind/ha. *R. apiculata* memiliki kerapatan paling tinggi di stasiun 1 karena kemampuannya beradaptasi dengan baik pada zona yang berhadapan langsung dengan laut yang memiliki salinitas tinggi, dengan pengaruh pasang surut dan genangan yang paling besar daripada zona lain. Selain itu, bentuk morfologi yang mampu beradaptasi dengan baik pada substrat pasir berlumpur karena mempunyai bentuk akar penyangga (Bengen, 2000).

Nilai kerapatan jenis tertinggi yaitu terdapat pada stasiun 2 sebesar 2300 ind/ha dengan spesies yang paling dominan yaitu *C.*

tagal dengan jumlah 877,78 ind/ha. *C. tagal* tergolong famili Rhizophoraceae yang mendominasi zona tengah karena kemampuannya yang sangat baik dalam memanfaatkan unsur hara atau mineral dan energi matahari sehingga mampu berkompetisi dengan baik dibandingkan spesies lainnya (Hidayatullah dan Pujiono, 2014). Kerapatan yang tinggi pada zona tengah diduga karena habitat yang cocok untuk mangrove, kemampuan beradaptasi dengan lingkungan, serta kondisi pasang surut yang optimal dan tingkat genangan air. Darmadi *et al.* (2012) menyatakan bahwa tingginya nilai kerapatan serta beragamnya jenis mangrove yang ditemukan dapat mengindikasikan bahwa tingkat regenerasi mangrove baik dan dapat bertahan pada kondisi lingkungan. Kerapatan jenis berhubungan dengan jarak pohon, jumlah individu ditemukannya jenis mangrove dan luas lokasi penelitian. Semakin banyak jumlah individu, maka nilai kerapatan semakin tinggi (Abubakar *et al.*, 2020).

Kerapatan mangrove terendah terdapat pada stasiun 3 yang memiliki nilai sebesar 1944,44 ind/ha. Rendahnya nilai kerapatan pada zona belakang diduga karena jumlah pohon yang sedikit, kondisi lingkungan yang kering, dan kurang cocoknya jenis substrat sehingga hanya mangrove jenis tertentu yang dapat beradaptasi. Spesies yang paling dominan di zona darat adalah *C. tagal* yaitu sebesar 1011,11. Spesies tersebut memiliki tegakan paling tinggi di zona darat karena kemampuan kompetitif sehingga dapat tumbuh di lokasi dengan genangan air rendah sampai kering sehingga dapat mendominasi spesies lain (Patel *et al.*, 2010).

3.3 Kelimpahan Gastropoda

Hasil kelimpahan gastropoda di kawasan mangrove Teluk Gilimanuk berkisar antara 3,44 ind/m² – 16,36 ind/m² dengan kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 1 sebesar 16,36 ind/m² dan kelimpahan terendah terdapat pada stasiun 3 sebesar 3,04 ind/m². Nilai kelimpahan gastropoda dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kelimpahan Gastropoda

Jenis Gastropoda	Kelimpahan Gastropoda (ind/m ²)		
	I	II	III
<i>Terebralia sulcata</i>	6,11	3,56	0,13
<i>Terebralia palustris</i>	1,67	1	0,09
<i>Telescopium telescopium</i>	0,27	0,07	-
<i>Cerithidea</i> sp.	-	-	1,42
<i>Cerithidea cingulata</i>	1,64	0,24	-
<i>Clypeomorus subbrevicula</i>	0,73	0,07	-
<i>Clypeomorus pellucida</i>	1,27	0,20	0,07
<i>Cerithidea quadrata</i>	0,16	1,84	1,47
<i>Batillaria zonalis</i>	-	0,13	-
<i>Monodonta labio</i>	1,62	0,04	-
<i>Pythia plicata</i>	0,02	0,11	-
<i>Cassidula nucleus</i>	0,07	0,11	0,07
<i>Cassidula aurisfelis</i>	-	0,07	0,07
<i>Nerita balteata</i>	0,07	0,07	0,04
<i>Nerita planospira</i>	0,16	0,29	-
<i>Nerita undata</i>	0,80	0,04	0,09
<i>Littoraria melanostoma</i>	0,07	-	-
<i>Littoraria scabra</i>	1,27	0,07	-
<i>Littoraria intermedia</i>	0,09	-	-
<i>Nassarius olivaceus</i>	0,16	-	-
<i>Drupella margatricolla</i>	0,07	0,09	-
<i>Chicoreus capucinus</i>	0,11	0,09	-
<i>Cypraea annulus</i>	0,02	0,07	-
<i>Strombus microurceus</i>	-	0,02	-
Total	16,36	8,18	3,44

Berdasarkan hasil pengamatan jenis gastropoda di ekosistem mangrove Teluk Gilimanuk, diperoleh 24 jenis gastropoda yang terdiri dari 10 famili. Spesies gastropoda yang ditemukan di ekosistem mangrove Teluk Gilimanuk lebih sedikit apabila dibandingkan dengan penelitian serupa. Penelitian Ndale *et al.* (2021) di Teluk Gilimanuk yang menemukan 25 jenis gastropoda dan penelitian oleh Putri *et al.* (2022) menemukan 25 jenis gastropoda pada habitat mangrove. Namun jumlah gastropoda yang ditemukan lebih banyak dibandingkan Cappenberg (2006) yang menemukan 21 jenis gastropoda di Teluk Gilimanuk.

Kelimpahan total tertinggi terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 16,36 ind/m². Sedangkan kelimpahan terendah berada pada stasiun tiga yaitu sebesar 3,44 ind/m². Kelimpahan jenis tertinggi yaitu spesies *Terebralia sulcata* yang terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 6,11 ind/m². Sedangkan kelimpahan jenis terendah yaitu jenis *Strombus microuceus* sebesar 0,02 ind/ m² pada stasiun 1. Tingginya nilai kelimpahan pada stasiun 1, disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik pada stasiun 1 dan dominannya spesies *T. sulcata* karena didukung kondisi ekosistem yang tergolong baik, tipe substrat pasir berlempung yang mendukung pertumbuhan gastropoda, dan kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan seperti suhu, salinitas, dan pasang surut pada zona terbuka (Hawari dan Amin, 2014). Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan jenis terendah terdapat pada stasiun 2 sebesar 0,02 ind/m² yaitu *S. microuceus*. Kelimpahan yang rendah disebabkan oleh kurang cocoknya substrat pasir berlumpur sebagai habitat famili Strombidae. Poutier (1988) menyatakan bahwa gastropoda famili Strombidae umumnya berasosiasi dengan substrat dasar pasir, batu karang, dan padang lamun.

Kelimpahan terendah berada pada stasiun 3 yaitu sebesar 3,44 ind/m². Kelimpahan pada zona darat lebih sedikit diduga karena stasiun ini memiliki kondisi lingkungan yang berbeda dengan stasiun lainnya, kurang adanya pengaruh pasang surut sehingga hanya gastropoda jenis tertentu saja yang dapat beradaptasi. Hal tersebut sesuai dengan Pribadi *et al.* (2009) rendahnya nilai kelimpahan dapat disebabkan perbedaan karakteristik habitat dan kondisi lingkungan seperti jenis vegetasi, sedimen, suhu dan salinitas. Pada stasiun 3 spesies *Cerithidea quadrata* ditemukan mendominasi, spesies ini banyak ditemukan di zona darat karena area mangrove tersebut pergerakannya tidak dipengaruhi oleh pasang surut sehingga cocok untuk spesies tersebut hidup. Hal tersebut sesuai dengan Silaen *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa sifat *C. quadrata* hidup pada batang, akar, dan sebagian terdapat pada substrat kering lainnya untuk menghindari pasang surut air laut, serta dapat hidup di area yang tidak stabil.

3.4 Struktur Komunitas Gastropoda

Nilai struktur komunitas gastropoda dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Struktur komunitas gastropoda

Stasiun	Keanekaragaman		Keseragaman		Dominansi	
	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori	Nilai	Kategori
	I	2,12	Sedang	0,73	Tinggi	0,19
II	1,86	Sedang	0,64	Tinggi	0,26	Tidak terdapat dominasi
III	1,44	Sedang	1,04	Tinggi	0,62	Terdapat dominasi

Nilai indeks keanekaragaman pada ketiga stasiun mendapatkan nilai 2,12; 1,86, 1,44 tergolong kategori keanekaragaman sedang yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungannya seimbang.

Tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya jumlah jenis yang tersebar secara merata. Keanekaragaman sedang diduga akan terjadi suatu interaksi antar spesies yang menimbulkan kompetisi, produktivitas cukup, kondisi ekosistem seimbang dan tekanan ekologis sedang (Nurfitriani *et al.*, 2017). Persulesy dan Arini (2018) menjelaskan bahwa keanekaragaman jenis yang tergolong sedang dikarenakan jumlah spesies yang terdapat pada daerah tersebut tidak banyak jenisnya serta individu-individu yang menempati habitat tersebut bersifat khas. Selain itu, indeks keanekaragaman sedang juga dipengaruhi oleh hutan mangrove yang masih alami (Susiana, 2011).

Nilai indeks keseragaman pada ketiga stasiun masuk dalam kategori tinggi dengan nilai 0,73; 0,64, 1,04. Indeks keseragaman gastropoda dapat menggambarkan keseimbangan, apabila jumlah spesies yang dijumpai pada daerah penelitian semakin beragam, maka mencirikan bahwa perairan tersebut masih tergolong baik. Pada ketiga stasiun menunjukkan keseragaman tinggi karena spesies yang ditemukan relatif merata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama. Odum (1993) menyatakan nilai keseragaman berkategori tinggi maka menunjukkan kesamaan spesies yang besar, artinya kelimpahan dari tiap spesies tertentu lebih kecil.

Pada stasiun 1 dan 2 memiliki nilai indeks dominansi rendah dengan nilai 0,19 dan 0,26, nilai indeks dominansi yang rendah disebabkan oleh tidak adanya spesies yang mendominasi pada stasiun tersebut yang berarti setiap individu pada stasiun pengamatan mempunyai kesempatan yang sama dan dapat memanfaatkan sumberdaya yang ada di dalam perairan tersebut (Alwi *et al.*, 2020). Hal yang sama juga dinyatakan oleh Islami *et al.* (2018) yang membuktikan bahwa nilai indeks dominansi yang rendah menunjukkan bahwa suatu komunitas organisme yang ada memiliki nilai keanekaragaman yang sedang dan merata dengan tingkat dominansi suatu spesies yang rendah. Pada stasiun 3 indeks dominansi mendapatkan nilai 0,62 menunjukkan bahwa nilai indeks dominansi yang mendekati 1 menandakan bahwa terdapat jenis yang mendominasi. Hal tersebut terjadi karena pada stasiun 3 *C. quadrata* ditemukan mendominasi area zona belakang. Adanya dominansi dari suatu kelompok gastropoda menandakan bahwa kondisi lingkungan yang menguntungkan dalam mendukung pertumbuhan spesies tertentu (Indrawan *et al.*, 2021). Selain itu, dominasi juga dapat terjadi karena adanya perbedaan daya adaptasi tiap jenis spesies terhadap lingkungan (Purba *et al.*, 2015).

3.5 Parameter Kondisi Lingkungan

Parameter kualitas perairan dan tipe substrat di Lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter kualitas air dan tanah

Parameter	Stasiun			Baku mutu
	1	2	3	
Suhu (°C)	29,86±0,56	28,22±0,77	26,47±0,25	28-32
pH	7±0,32	6,83±0,25	7,24±0,14	6,5-8,5
Salinitas (‰)	34,30±0,67	33,81±0,62	29,11±0,93	0-34
DO (mg/L)	5,33±0,43	5,87±1,17	6,01±0,14	>5
Bahan Organik (%)	6,37±0,22	4,51±0,02	2,61±0,23	
Substrat	Pasir berlempung	Lempung berpasir	Lempung berpasir	

Kriteria penentuan tingkat kualitas air di dasarkan baku mutu kualitas air untuk biota laut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004. Parameter lingkungan yang diukur yaitu suhu, salinitas, pH, dan DO. Berdasarkan hasil

rata-rata pengukuran suhu air laut pada lokasi penelitian di Teluk Gilimanuk berkisar antara 26,47-29,86°C menunjukkan bahwa suhu air pada lokasi penelitian sedikit lebih tinggi dibandingkan kisaran suhu normal untuk biota perairan. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 (2004), suhu optimum, bagi kehidupan organisme laut berkisar antara 28-32°C. Jika suhu diatas 32°C maka dapat mengakibatkan proses metabolisme terganggu. Perbedaan suhu tersebut pada stasiun penelitian dipengaruhi oleh kepadatan vegetasi mangrove dan waktu pengukuran. Suhu akan meningkat jika kepadatan mangrove rendah karena tingginya intensitas sinar matahari yang diterima perairan, sebaliknya menurun jika kepadatan mangrove tinggi. Mareta *et al.* (2019) menyatakan bahwa suhu yang optimum untuk kelangsungan hidup gastropoda berkisar antara 25-32°C. Menurut Efriyeldi *et al.* (2020) suhu di atas 40°C tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap kehidupan ekosistem mangrove.

Nilai pH pada Teluk Gilimanuk yaitu 6,83-7,24 berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa pH air laut di Teluk Gilimanuk berada pada kisaran optimal atau baik untuk perkembangan gastropoda. Setiyowati (2018) menyatakan bahwa kadar optimum pH perairan yang bagi kelangsungan hidup dan reproduksi gastropoda yaitu pada kisaran pH 6,5 – 8,5. Menurut Santoso (2007), bahwa biota laut mampu hidup pada perairan yang mengandung pH netral dengan toleransi berkisar antara asam lemah sampai basa lemah. Kadar asam basa berlebihan dalam perairan dapat berbahaya bagi organisme akuatik, misalnya dalam proses metabolisme dan respirasi.

Salinitas di lokasi penelitian berkisar 29,11-34,30‰. Pada keseluruhan zona tidak menunjukkan perbedaan salinitas yang jauh. Salinitas yang tinggi disebabkan karena pada habitat mangrove tidak ada ketersediaan air tawar serta lokasinya berada zona terbuka dan berhadapan langsung dengan laut bebas (Koroy *et al.*, 2020). Menurut Persulesy dan Arini. (2018) gastropoda umumnya masih dapat mentoleransi salinitas yang berkisar 25-40‰. Gastropoda mampu bertahan pada perubahan salinitas dengan sangat baik, sehingga hasil pengukuran salinitas yang diperoleh di kedua stasiun masih mendukung kehidupan biota laut, khususnya gastropoda (Rosdatina *et al.*, 2019).

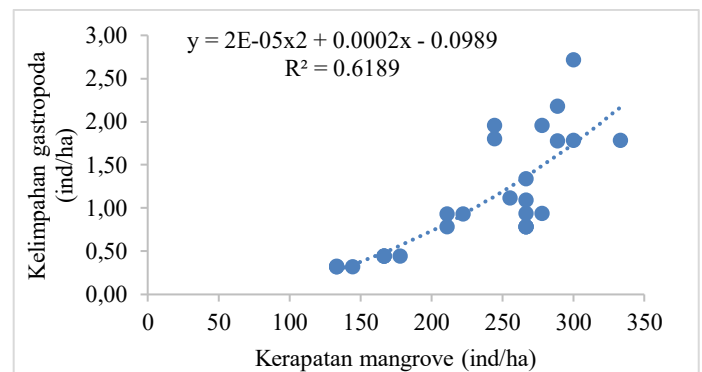
Kandungan oksigen terlarut pada kedua stasiun yaitu berkisar 5,33-6,01 mg/L. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 (2004), baku mutu oksigen terlarut untuk kehidupan biota laut yaitu >5mg/l. Apabila kurang dari 5 mg/L akan menghambat proses respirasi dan akan berbahaya bagi organisme akuatik, semakin rendah kadar oksigen terlarut maka semakin tinggi toksisitasnya (Effendi, 2003). Hal tersebut membuktikan bahwa keadaan kandungan oksigen terlarut pada kedua stasiun berstatus baik dan normal untuk biota perairan. Tingginya kandungan DO dipengaruhi oleh proses yang mendukung tingginya proses fotosintesis di daerah pantai, dasar perairan yang mengandung banyak nutrisi mudah teraduk ke badan air yang lebih atas sehingga nutrisi tersebut dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk berfotosintesis (Santoso, 2005).

Substrat merupakan faktor lingkungan yang penting karena dapat menjadi faktor pembatas bagi biota atau mangrove. Pada stasiun 1 yang berhadapan dengan laut tekstur substrat yaitu pasir berlempung yang cenderung halus. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nugroho dan Basit (2014), bahwa semakin ke arah pantai maka ukuran butir yang diperoleh akan semakin halus. Keadaan ini menunjukkan bahwa sumber sedimen telah mengalami proses transportasi sampai akhirnya mengalami pengendapan. Pada stasiun 2 dan 3 memiliki tekstur substrat lempung berpasir yang mudah berikatan dengan bahan organik sebagai sumber makanan gastropoda. Substrat dengan tekstur lempung memiliki partikel organik halus untuk menyuplai nutrisi gastropoda (Actuti *et al.*, 2019).

Nilai bahan organik yang didapatkan di stasiun penelitian berkisar 2,61-6,37 yang menunjukkan nilai kandungan bahan organik sedang sampai tinggi. Kandungan bahan organik di stasiun 3 lebih sedikit dibandingkan stasiun lainnya hal ini diduga karena kerapatan yang lebih rendah sehingga serasah yang dihasilkan lebih sedikit dan berpengaruh pada proses dekomposisi serasah yang menghasilkan bahan organik. Perbedaan nilai tersebut diduga karena adanya perbedaan tekstur substrat sehingga terdapat perbedaan bahan organik yang terikat dan mengendap dalam substrat (Darmadi *et al.*, 2012). Menurut Wood (1987) tinggi rendahnya kandungan bahan organik dalam sedimen berpengaruh besar terhadap populasi organisme dasar. Sedimen kaya bahan organik sering didukung oleh melimpahnya organisme bentik, karena bahan organik merupakan sumber makanan bagi biota laut yang hidup pada substrat sehingga ketergantungannya terhadap bahan organik sangat besar.

3.6 Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Kelimpahan Gastropoda

Hasil analisis korelasi pearson (r) mendapatkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,786 yang menunjukkan keeratn hubungan kuat artinya kedua variabel saling berhubungan, dimana kerapatan mangrove memberikan pengaruh terhadap kelimpahan gastropoda (Sugiyono, 2014). Analisis regresi linear menunjukkan nilai koefisien determinasi diperoleh $R^2 = 0,6189$. Nilai R^2 menunjukkan bahwa kerapatan mangrove berpengaruh sebesar 62% sedangkan 38% dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya seperti salinitas, pH, substrat dan durasi penggenangan oleh pasang surut (Hilmi *et al.*, 2022; Purnama *et al.*, 2024).



Gambar 4. Analisis hubungan kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda

Kerapatan mangrove mempengaruhi ketersediaan habitat dan perlindungan dari predator (Ernawati *et al.*, 2024). Kerapatan pohon yang tinggi merupakan habitat yang ideal bagi biota akuatik karena memberikan perlindungan dari gangguan oleh parameter fisik dan biologis (Rahmawati *et al.*, 2015). Populasi mangrove yang padat dapat menciptakan habitat gastropoda yang ideal dengan menyediakan makanan dan tutupan yang cukup. Selain itu juga dapat melindungi gastropoda dari predator, mengurangi dampak pasang surut dan gelombang tinggi, serta sedimentasi (Hilmi *et al.*, 2022). Kerapatan mangrove juga dapat mempengaruhi kelimpahan dan distribusi gastropoda jika terdapat pemicu stres lingkungan. Misalnya, kerapatan mangrove yang rendah dan laju sedimentasi yang tinggi dapat mengakibatkan terkuburnya habitat gastropoda dan penurunan tingkat kelangsungan hidup (Ellis *et al.*, 2004).

Kelimpahan gastropoda sangat terkait dengan produksi serasah dan jenis substrat dasar, yang dipengaruhi oleh vegetasi mangrove (Avianto *et al.*, 2013). Semakin padat vegetasi mangrove maka produksi serasah mangrove akan meningkat begitu juga dengan

bahan organik. Hal tersebut sesuai dengan Fitriana *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa kerapatan mangrove terkait dengan ketersediaan bahan organik yang terjadi pada lingkungan yang mendukung pertumbuhan dekomposer untuk melakukan dekomposisi organik. Hal tersebut mendukung gastropoda dapat hidup, dewasa, bereproduksi, dan berkembang, sehingga meningkatkan kelimpahannya (Safitri *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Kerapatan mangrove di Teluk Gilimanuk pada stasiun 1 zona laut yaitu 2166,67 ind/ha, stasiun 2 zona tengah sebesar 2300 ind/ha, dan stasiun 3 zona darat dengan nilai 1944,44 ind/ha. Berdasarkan nilai kerapatan pada ketiga stasiun tersebut, mangrove di Teluk Gilimanuk tergolong dalam kategori baik (sangat padat).
2. Kelimpahan gastropoda pada ekosistem mangrove di Teluk Gilimanuk berkisar antara 3,44-16,36 ind/m² dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun 1 zona laut. Perbedaan nilai kelimpahan pada masing-masing stasiun disebabkan oleh perbedaan karakteristik habitat dan kondisi lingkungan.
3. Hubungan antara kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda mendapatkan nilai korelasi 0,786 yang termasuk kategori hubungan kuat, dimana kerapatan mangrove yang tinggi akan diikuti oleh peningkatan kelimpahan gastropoda. Kerapatan mangrove dengan kelimpahan gastropoda di Teluk Gilimanuk berpengaruh 62% sedangkan 38% dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Taman Nasional Bali Barat yang telah memberikan izin dan saran selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- Abubakar, S., Subur, R., Malik, F. R., & Akbar, N. (2020). Damage level and area suitability of mangrove in small island Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584(1), 1-9.
- Actuti, N., Apriansyah, A., & Nurdiansyah, S. I. (2019). Keanekaragaman Kepiting Biola (*Uca* spp.) di Ekosistem Mangrove Desa Pasir, Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(1), 25-31.
- Aditya, I., & Nugraha, W. A. (2020). Struktur Komunitas Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Pancer Cengkong Kabupaten Trenggalek. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(2), 210-219.
- Almahsheer, H., Duarte, C. M., & Irigoien, X. (2016). Phenology and Growth dynamics of *Avicennia marina* in the Central Red Sea. *Scientific Reports*, 6(1), 1-9.
- Alwi, D., Muhammad, S. H., & Herat, H. (2020). Keanekaragaman Dan Kelimpahan Makrozoobenthos Pada Ekosistem Mangrove Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Enggano*, 5(1), 64-77.
- Avianto, I., Sulistiono, S., & Setyobudiandi, I. (2013). Karakteristik habitat dan potensi kepiting bakau (*Scylla serrata*, *S. transquabérica*, and *S. olivacea*) di hutan mangrove Cibako, Sancang, Kabupaten Garut Jawa Barat. *Aquasains*, 2(1), 97-106.
- Bengen, D. G. (2000). *Introduction and management of mangrove ecosystems*. PKSPL-IPB. Bogor.
- Candri, D. A., Rahmani, M. S., Ahyadi, H., & Zamroni, Y. (2022). Diversity and Distribution of Gastropoda and Bivalvia in Mangrove Ecosystem of Pelangan, Sekotong, West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 1092-1100.
- Cappenberg, H. alexander william. (2006). Komunitas Moluska Di Perairan Teluk Gilimanuk, Bali Barat. *Oseanologi Dan Limnologi*, 40, 53-64.
- Damanik, D. D. V., Dirgayusa, I. G. N. P., & Indrawan, G. S. (2023). Analisis Kesehatan Ekosistem Mangrove di Kawasan Taman Nasional Bali Barat (TNBB). *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 9(1), 96-109.
- Darmadi, D., Lewaru, M. W., & Khan, A. M. A. (2012). Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di muara harmin desa cangkring kecamatan cantigi kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan Unpad*, 3(3), 347-358.
- Dharma, B. (2005). *Recent and Fossil Indonesian Shells*. Hockenheim: ConchBooks.
- Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Bogor: PT. Kansius.
- Efriyeldi, E., Mulyadi, A., & Samiaji, J. (2020). Condition of Mangrove Ecosystems in Sungai Apit Siak Distric Based on Standard Damage Criteria and Quality Indicators Mangrove Environment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 430(1), 1-10.
- Ellis, J., Nicholls, P., Craggs, R., Hofstra, D., & Hewitt, J. (2004). Effects of terrigenous sedimentation on mangrove physiology and associated macrobenthic communities. *Marine Ecology Progress Series*, 270, 71-82.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V., (1998). *Survei Manual for Tropical Marine Resources Second Edition*. Townville: Australian Institute of Marine Science
- Ernawati, N. M., Dewi, A. P. W. K., Sugiana, I. P., Dharmawan, I. W. E., Ma'arif, M. S., & Galgani, G. A. (2024). Mangrove gastropod distribution based on dominant vegetation classes and their relationship with physicochemical characteristics on fringe mangroves of Lembongan Island, Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(1), 142-152.
- Hawari, A., & Amin, B. (2014). Hubungan Antara Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobenthos Di Perairan Pantai Pandan Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*, 1(2), 1-11.
- Hidayatullah, M., & Pujiono, E. (2014). Struktur Dan Komposisi Jenis Hutan Mangrove Di Golo Sepang-Kecamatan Bolong Kabupaten Manggarai Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(2), 151-162.
- Hilmi, E., Sari, L. K., Cahyo, T. N., Dewi, R., & Winanto, T. (2022). The structure communities of gastropods in the permanently inundated mangrove forest on the north coast of Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(5), 2699-2710.
- Hulopi, M., De Queljoe, K. M., & Uneputty, P. A. (2022). Keanekaragaman Gastropoda Di Ekosistem Mangrove Pantai Negeri Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(2), 121-132.
- Indrawan, G. S., Wiradana, P. A., Wijaya, I. M. S., & As-syakur, A. R. (2019). Checklist, Indeks Ekologi, dan Status Konservasi Komunitas Fauna Akuatik di Kawasan Sungai Unda dan Sekitar Pantai Jumpang, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 21 (1), 9-17.
- Islami, M. M., Ikhsani, I. Y., Indrabudi, T., & Pelupessy, I. A. H. (2018). Komposisi jenis, keanekaragaman, dan pemanfaatan moluska di Pesisir Pulau Saparua, Maluku Tengah. *Widyariset*, 4(2), 173-188.
- Koroy, K., Muhammad, S. H., Nurafni, N., & Boy, N. (2020). Pattern Zone Ecosystem of Mangrove in Juanga Village, Morotai Island District. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 11-22.
- Krebs, C. J. 1972. *Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper dan Prow Publisher.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. New York: Harper and Row Publishers Inc.
- Lewerissa, Y. A., Sangaji, M., & Latumahina, M. B. (2018). Pengelolaan mangrove berdasarkan tipe substrat di perairan Negeri Ihamahu Pulau Saparua. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 14(1), 1-9.
- Ma'arif, M. S., Arthana, I. W., & Ernawati, N. M. (2022). Komposisi Jenis dan Kondisi Mangrove di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat. *Ecotrophic*, 16(2), 165-173.
- Marbawa, I. K. C., Astarini, I. A., & Mahardika, I. G. (2014). Analisis vegetasi mangrove untuk strategi pengelolaan ekosistem berkelanjutan di Taman Nasional Bali Barat. *Ecotrophic*, 8(1), 24-38.
- Maretta, G., Hasan, N. W., & Septiana, N. I. (2019). Keanekaragaman Moluska di Pantai Pasir Putih Lampung Selatan. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 7(3), 87-94.
- Merly, S. L., Sianturi, R., & Nini, A. L. (2022). Study of Correlation and Diversity of Gastropods at Mangrove Ecosystem in Payum Beach, Merauke. *Jurnal Moluska Indonesia*, 6(1), 12-20.
- MNLH. (2004). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*. Jakarta-Indonesia: Menteri Lingkungan Hidup.
- Ndale, Y. C., Restu, I. W., & Wijayanti, N. P. P. (2021). The Structure of Macrozoobenthos Community as a Bioindicator of Water Quality in Gilimanuk Bay, Jembrana Regency, Bali. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 5(2), 57-63.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2006). *Panduan pengenalan mangrove di Indonesia*. Bogor: Wetlands Internasional Indonesia Programme.
- Nurfitriani, N., Caronge, W., & Kaseng, E. S. (2017). Keanekaragaman Gastropoda Di Kawasan Hutan Mangrove Alami Di Daerah Pantai Kuri Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros. *Jurnal Bionature*, 18(1), 71-79.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada

- University Press.
- Patel, N. T., Gupta, A., & Pandey, A. N. (2010). Strong positive growth responses to salinity by *Cerriops tagal*, a commonly occurring mangrove of the Gujarat coast of India. *AoB Plants*, 2010, plq011, 1-13.
- Persulesy, M., & Arini, I. (2018). Keanekaragaman jenis dan kepadatan gastropoda di berbagai substrat berkarang di perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *BIOPENDEX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 5(1), 45-52.
- Pribadi, R., Hartati, R., & Suryono, C. A. (2009). Species composition and distribution of gastropods in the Segara Anakan Cilacap mangrove forest area. *Marine Science*, 14(2), 102-111.
- Purba, H. E., Djuwito, & Haeruddin. (2015). Distribution and Diversity of Macrozoobentos at Mangrove Conservation Land at Timbul Sloko Village Sayung Subdistrict Demak Regency. *Diponegoro Journal of Maquares*, 4, 57-65.
- Purnama, M. F., Prayitno, S. B., Muskananfolo, M. A. X. R., & Suryanti, S. (2024). Red berry snail *Sphaerassiminea miniata* (Gastropoda: Mollusca) and its potential as a bioindicator of environmental health in mangrove ecosystem of Pomalaa, Kolaka District, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(6) 2330-2339.
- Rahmawati, R., Sarong, M. A., Muchlisin, Z. A., & Sugianto, S. (2015). Diversity of gastropods in mangrove ecosystem of western coast of aceh besar district, Indonesia. *AACL Bioflux*, 8(3), 265-271.
- Robin, A. (2008). *Encyclopedia of Marine Gastropods*. Germany: ConchBooks.
- Rofi'i, I., Poedjirahajoe, E., & Marsono, D. (2021). Keanekaragaman dan pola sebaran jenis mangrove di SPTN Wilayah I Bekol, Taman Nasional Baluran. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(3), 210-222.
- Rosdatina, Y., Apriadi, T., & Melani, W. R. (2019). Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 309-317.
- Safitri, I., Sofiana, M. S. J., & Maulana, A. (2024). Checklist of Mangrove Snails (Mollusca: Gastropoda) in the Coastal of Sungai Nyirih Village West Kalimantan. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(1), 215-228.
- Samir, W. N., & Romy, K. (2016). Studi Kepadatan dan Pola Distribusi Bivalvia di Kawasan Mangrove Desa Balimu Kecamatan Lasalimu Selatan Kabupaten Buton. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(2), 169-181.
- Santoso. (2007). Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(3) 207-210.
- Santoso, A. D. (2005). Pemantauan hidrografi dan kualitas air di Teluk Hurun Lampung dan Teluk Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(3).
- Setiyowati, D. (2018). Kelimpahan dan pola sebaran gastropoda di Pantai Blebak Jepara. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 5(1), 8-13.
- Silaen, I. F., Hendrarto, B., & Nitisupardjo, M. (2013). Distribusi dan kelimpahan gastropoda pada hutan mangrove Teluk Awur Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 93-103.
- Situmorang, N. G. M., Nasution, S., & Efriyeldi, E. (2018). Gastropods (Mollusc) in Mangrove Ecosystem at Cingam Village, Rupal Subdistrict, Bengkalis Regency. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, 5(2), 1-12.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Susiana. (2011). Diversitas Dan Kerapatan Mangrove Gastropoda, dan Bivalvia di Estuari Perencak, Bali. *Jurnal Agribisnis*, 8((1)), 1-10.
- Suwondo, E. F., & Sumanti, F. (2005). Struktur komunitas gastropoda pada hutan mangrove di pulau sipora kabupaten kepulauan Mentawai Sumatera Barat. *Jurnal Biogenesis*, 2(1), 25-29.
- Usman, H. (2003). *Setiadi, pengantar statistika*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Utina, R., KATILI, A. S., Lapolo, N., & Dangkuwa, T. (2019). The composition of mangrove species in coastal area of Banggai district, central Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(3), 840-846.
- Yulianda, F., Salamuddin Yusuf, M., & Windy Prayogo, dan. (2013). Zonation and Density of Intertidal Communities at Coastal Area of Batu Hijau, Sumbawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2) 409-416.
- Zainal, S., Febriawan, A., & Sabran, M. (2021). Association of aquatic biota with mangrove plants in the land transfer area of Lino Tolongano Village, South Banawa District, Donggala Regency and as a media for public information. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 829-837.