

## Diversity of Molluscs (Gastropoda and Bivalve) associated with Mangrove species in Dondon Beach and Gerupuk Beach, Central Lombok

Reginah Fhathonah Insani<sup>1\*</sup>, Abdul Syukur<sup>1</sup>, Ani Suyantri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

### Article History

Received : February 02<sup>th</sup>, 2024

Revised : February 20<sup>th</sup>, 2024

Accepted : March 04<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Reginah Fhathonah Insani**,  
Program Studi Pendidikan  
Biologi, Fakultas Keguruan dan  
Ilmu Pendidikan, Universitas  
Mataram, Mataram, Indonesia;  
Email:

[Insaniregina@gmail.com](mailto:Insaniregina@gmail.com)

**Abstract:** Mollusks are macrofauna found in mangrove environments. The aim of this research is to explain the association of mollusks with mangroves at Dondon Beach and Gerupuk Beach, Central Lombok. Furthermore, the research method uses transects and quadrants and determines transects using the purposive sampling method. Meanwhile, data analysis used descriptive statistics, the Shannon-Wiener diversity index, the Evenness uniformity index, the Simpson dominance index, and the Ludwig & Reynolds association index. Next, the relationship between mangroves and mollusks was analyzed using the Pearson correlation index. The results of this research found 2 mangrove species and 45 mollusk species at Dondon Beach, while 6 mangrove species and 21 mollusk species were found at Gerupuk Beach. Results of descriptive statistical analysis, Littorinidae was highest and Cardidae was lowest at Dondon Beach, Potamididae was highest and Muricidae was lowest at Gerupuk Beach. The mollusk species diversity index was the highest at station III Dondon Beach and 2.33 at station III Gerupuk Beach. The highest mollusk species uniformity index was 0.9 at station III Dondon Beach and 0.76 at station III Gerupuk Beach. The highest mollusk species dominance index was 0.12 at station II Dondon Beach and 0.16 at station II Gerupuk Beach. The relationship between mangroves and molluscs is based on Pearson correlation, at Dondon Beach, the  $r^2$  value = 0.9973 while at Gerupuk Beach, the  $r^2$  value = 0.2265. Mollusk and mangrove association types, 25 positive species and 17 negative species. Meanwhile, at Gerupuk Beach, 8 species had positive associations and 3 species had negative associations. The conclusion of this research is that the association between mollusks and mangroves is very strong at Dondon Beach and the correlation is weak at Gerupuk Beach.

**Keywords:** Association, diversity, Dondon Beach, mangroves, mollusks, Gerupuk Beach.

### Pendahuluan

Moluska adalah jenis biota yang dapat ditemukan pada lingkungan mangrove. salah satunya adalah fillum Moluska. Moluska terdiri dari kelas *Pelecypoda*, *Gastropoda*, *Cephalopoda*, dan *Scaphopoda* (Firgonitha *et al.*, 2015). Dua dari kelas Moluska diantaranya kelas *Gastropoda* dan *Bivalvia*. *Gastropoda* mempunyai habitat yang luas di laut, tepatnya seperti rawa, sungai, danau, dan hutan mangrove sehingga dikatakan bahwa *Gastropoda* merupakan fauna perairan yang dapat melakukan adaptasi dengan baik karena dapat berhabitat diberbagai jenis habitat (Priyono *et al.*, 2023). Karena memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik, *Gastropoda* adalah kelompok moluska yang jumlahnya terbanyak dan

diperkirakan mencapai 35.000 spesies. Hal ini sejalan dengan pernyataan Cappenberg (2006) *Gastropoda* mempunyai spesies yang sangat beragam dan terbesar dikarenakan *Gastropoda* mampu menempati berbagai macam ekosistem dan habitat seperti ekosisten karang, ekosistem lamun, dan ekosistem mangrove (Cappenberg, 2006).

Ketersediaan makanan moluska didukung oleh ekosistem mangrove. Ekosistem mangrove mempunyai peranan utama yakni perangkap lumpur, stabilisasi garis pantai, pembibitan (*nursery ground*), dan tempat mencari makan (*feeding ground*) bagi organisme yang berhabitat di mangrove diantaranya seperti ikan, udang kecil, kepiting bakau, dan kerang-kerangan yang memiliki nilai pangan dan bernilai ekonomis tinggi (Syukur *et al.*, 2022). Fungsi utama hutan

mangrove sebagai sumber keanekaragaman hayati, pengurangan polusi, penyimpan karbon, dan perlindungan terhadap siklon tropis dan tsunami (Hamilton & Casey, 2016). Selain itu, fungsi hutan mangrove dapat memproduksi nutrisi, membantu penyerapan karbon, nitrogen, sulfur. Mangrove juga kaya akan nutrien baik organik maupun anorganik (Damanik, 2018). Upaya konservasi melalui program revegetasi mangrove perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian moluska sebagai biota yang biasa hidup di ekosistem mangrove. Hal ini dikarenakan, moluska sebagai kelompok invertebrata yang berperan penting secara ekologis dalam struktur dan fungsi ekosistem mangrove (Al-Khayat *et al.*, 2021). Mengacu pada pernyataan sebelumnya menunjukkan bahwa mangrove menjadi habitat yang berfungsi untuk menjaga kelestarian moluska.

Kelestarian moluska menjadi terancam akibat dari kerusakan habitat moluska seperti rusaknya areal mangrove. Kondisi ekologis ekosistem mangrove saat ini cukup memprihatinkan melihat maraknya kegiatan pembangunan di daerah pesisir, penambahan besar luas lahan tambak, dan penebangan yang tak terbatas mengakibatkan luasan mangrove di Indonesia mengalami penurunan berkisar 30% hingga 50% akhir setengah abad ini (Donato *et al.*, 2012). Kawasan pantai dan ekosistem mangrove juga menjadi target eksploitasi sumber daya alam dan pencemaran lingkungan karena kegiatan pembangunan (Waryono, 1987). Potensi kerusakan wilayah pesisir semakin besar. Kerusakan lingkungan yang diakibatkan kegiatan manusia yang tidak mengindahkan lingkungan pesisir seperti pembangunan destinasi wisata bahari yang sulit dikendalikan serta pembangunan pemukiman yang tidak ramah lingkungan (Subagiyo *et al.*, 2017).

Maraknya pembangunan jalan destinasi wisata di wilayah Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk yang akan berdampak pada perubahan lingkungan hutan mangrove dan berpengaruh pula terhadap keseimbangan biota yang hidup di perairan (Dasilva *et al.*, 2023). Pembangunan jalan yang dilakukan di Dusun Mertak dan Desa Gerupuk wilayah Lombok Tengah berakibat terhadap penurunan luasan lahan mangrove disekitar wilayah tersebut (Dasilva *et al.*, 2023). Penurunan lahan mangrove diperkirakan sekitar 293,75 hektar dikarenakan Dusun Mertak menjadi salah satu bagian dari perluasan lahan Sirkuit Mandalika yang luasannya  $\pm 1.175$  hektar

meliputi wilayah dusun Mertak, Sengkol, Kuta, dan Sukadana. Kegiatan eksploitasi sumber daya dapat mempengaruhi keanekaragaman fauna terutama pada kelompok Moluska (Surbakti, 2020). Adanya pencemaran lingkungan dapat mengakibatkan pengaruh merugikan terhadap keanekaragaman biota air seperti plankton, Gastropoda, dan Bivalvia pada komunitas mangrove (Karyanto & Hadisusanto, 2005).

Biota khususnya biota air mempunyai banyak manfaat untuk mengetahui terjadinya perubahan pada lingkungan terutama akibat kegiatan antropogenik (ulah manusia) (Dwirastina & Sudarmo, 2019). Dalam penelitian sebelumnya disebutkan bahwa telah dilakukannya rehabilitasi ekosistem mangrove dengan dilakukannya penanaman satu jenis mangrove dari genus *Rhizophora* di Teluk Gerupuk (Anwar & Mertha, 2017). Selain itu, berdasarkan informasi dari website resmi Divisi Humas POLRI yang dipublikasi pada hari Selasa 16 Mei 2023 menyatakan bahwa telah dilakukannya kegiatan penanaman mangrove di Pantai Gerupuk pada hari Senin, 15 Mei 2023 oleh segenap TNI dan POLRI. Pada Januari 2024 juga telah dilakukan penanaman mangrove dalam rangka Dies Natalis Fakultas Pertanian ke-57, Universitas Mataram sebagai upaya rehabilitasi hutan mangrove di Kawasan Mangrove, Pantai Gerupuk. Berbagai upaya telah diusahakan untuk menyelamatkan lingkungan salah satunya dengan penanaman mangrove di lokasi penelitian ini, sehingga penelitian mengenai keanekaragaman spesies moluska yang berasosiasi dengan spesies mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya akibat dari kegiatan rehabilitasi yang telah dilakukan.

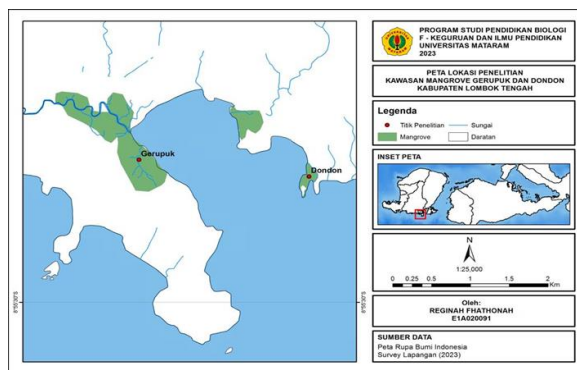
Pentingnya penelitian ini dilakukan karena studi mengenai aspek ekologi moluska yang terkait dengan spesies mangrove yang masih kurang tersedia. Di sisi lain, kawasan mangrove daerah penelitian saat ini sedang dikembangkan sebagai destinasi ekowisata. Maraknya pembangunan destinasi wisata di wilayah Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk akan berdampak pada perubahan lingkungan hutan mangrove dan berpengaruh pula terhadap keseimbangan bermacam-macam biota perairan (Dasilva *et al.*, 2023). Mengacu pada beberapa permasalahan, adapun hal yang belum dilakukan penelitian yakni terkait informasi mengenai keanekaragaman moluska yang berasosiasi dengan mangrove dimana ketersediaan data

keanekaragaman moluska kelas Gastropoda dan Bivalvia yang berasosiasi dengan spesies mangrove masih kurang tersedia sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan asosiasi moluska dengan mangrove di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk, Lombok Tengah.

## Bahan dan Metode

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk, Lombok Tengah (Gambar 1). Waktu penelitian dilakukan selama 4 bulan. Penelitian dimulai sejak bulan Oktober 2023 – Januari 2024. Lokasi penelitian ini di Pantai Dondon Dusun Mertak, dan Pantai Gerupuk, Desa Gerupuk, Lombok Tengah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November tahun 2023. Waktu pengambilan sampel Gastropoda dan Bivalvia serta mengamati spesies mangrove yang ditemukan dalam kuadran akan diutamakan pada waktu surutnya air laut (Fatonah *et al.*, 2023; Sahilla *et al.*, 2023). Adapun waktu pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali dengan interval waktu satu bulan sekali selama dua bulan (Pratiwi, 2023).



Gambar 1. Lokasi penelitian

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah semua spesies mangrove dan moluska di lokasi penelitian. Adapun sampel dalam penelitian ini adalah perwakilan spesies mangrove yang ditemukan dalam kuadran mangrove dan semua jenis moluska yang terdapat di dalam kuadran pengamatan moluska (Dasilva *et al.*, 2023). Variabel penelitian yakni variabel mangrove (nama spesies mangrove, jumlah individu perspesies, keliling dan diameter, tinggi tegakan), variabel moluska (nama spesies moluska, jumlah spesies moluska, bentuk cangkang, tempat ditemukan) dan variabel

lingkungan (suhu lingkungan, pH air, kedalaman lumpur, dan salinitas) (Dasilva *et al.*, 2023).

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya roll meter, kamera *handphone*, alat tulis, *refractometer*, *thermometer*, pH meter, GPS camera, papan ujian, *soil tester*, *bootish*, dan alat lainnya. Sedangkan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya tali rafia, plastik *zip lock* atau toples, buku panduan, kertas lakmus, kertas label, kayu patok, dan bahan lainnya.

### Metode pengambilan data

Penentuan transek mangrove pada penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik penentuan transek pengambilan sampel yang dalam menggunakannya memiliki pertimbangan tertentu (Anwar & Mertha, 2017) seperti kehadiran spesies mangrove yang berbeda, medan yang ditelusuri, dan pertimbangan lainnya. Transek garis ditarik sepanjang lokasi penelitian dimulai dari saat ditemukan mangrove pertama (Dasilva *et al.*, 2023). Transek satu dengan transek lain diberikan jarak sekitar 50 meter (Paspania *et al.*, 2023). Kuadran Moluska dibuatkan ukuran 1 m x 1 m diletakkan sebanyak 3 kali dengan metode *systematic sampling* sesuai dengan spesies mangrove yang dijumpai pada setiap kuadran pengamatan (Dasilva *et al.*, 2023).

Prosedur pengambilan sampel mangrove menggunakan metode *purposive sampling* dengan memperhatikan spesies mangrove di Pulau Lombok, yaitu Genus *Rhizophora*, *Sonneratia*, dan *Avicennia* (Candri *et al.*, 2019). Selain itu, sampel spesies mangrove diidentifikasi menggunakan buku pedoman Noor *et al.*, (2012) (Paspania *et al.*, 2023). Moluska yang dikoleksi menjadi sampel adalah epifauna, arboreal (menempel), dan infauna dengan menggunakan metode *hand counter* atau pemungutan di lapangan dengan tangan langsung. Moluska kelas Gastropoda dan Bivalvia yang telah teridentifikasi kemudian dilakukan perhitungan terhadap jumlah individunya. Identifikasi sampel menggunakan bantuan buku identifikasi jenis Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) yakni buku *Compendium of Seashells* karya R. Tucker Aboot & S. Peter Dance (2000) dan sumber-sumber yang dapat membantu identifikasi Moluska (Gastropoda dan Bivalvia).

## Analisis Data

### Kerapatan

Kerapatan jenis dapat diketahui dengan menggunakan rumus pada persamaan 1 (English *et al.*, 1994; Parmadi, 2016; Ihtiar *et al.*, 2023).

$$K_j = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$K_j$  = Kerapatan jenis ke-i (ind/ m<sup>2</sup>).  
 $n_i$  = Jumlah total tegakan ke-i.  
 $A$  = Luas areal total pengambilan sampel (m<sup>2</sup>).

### Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dengan menggunakan formula indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Krebs, 1994) pada persamaan 2.

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (2)$$

Keterangan:

$H'$  = Indeks Keanekaragaman.  
 $P_i$  =  $n_i/N$ .  
 $n_i$  = Jumlah individu spesies ke-i.  
 $N$  = Total jumlah individu.

### Indeks Keseragaman

Persamaan indeks keseragaman pada persamaan 3 (Odum, 1993).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (3)$$

$$H'_{max} = \ln S \quad (4)$$

Keterangan:

$E$  = Indeks keseragaman.  
 $H'$  = Indeks keanekaragaman.  
 $S$  = Jumlah spesies.

### Indeks Dominansi

Indeks Dominansi ( $D$ ) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Lakhani & Magurran, 1989) pada persamaan 5.

$$D = \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad (5)$$

Keterangan :

$D$  = Indeks dominansi.  
 $n_i$  = Jumlah individu setiap jenis.  
 $N$  = Jumlah total individu.

### Indeks Asosiasi

Penentuan asosiasi kedua spesies merujuk kepada Ludwig dan Reynolds (1998) menggunakan metode tabel kontigensi 2 x 2 menggunakan analisis asosiasi antara spesies mangrove dengan spesies Moluska yang tergolong Gastropoda dan Bivalvia (Dasilva *et al.*, 2023; Paspania *et al.*, 2023; Riska *et al.*,

2023) menggunakan rumus pada persamaan 6.

$$X^2_{hitung} = \frac{N(ad-bc)^2}{mrs} \quad (6)$$

$$X^2_{hitung} = \frac{N(ad-bc)^2}{\{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)\}} \quad (7)$$

Jika  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  dapat diterima, begitu pula sebaliknya jika  $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak. Adapun indikator hipotesis yang digunakan terhadap hasil persamaan tersebut yakni sebagai berikut:

$H_0$  = Kedua spesies tidak berasosiasi.

$H_1$  = Kedua spesies berasosiasi.

Untuk penentuan tipe asosiasi digunakan dua persamaan 8 dan 9.

$$\text{Asosiasi positif jika } a > \frac{(a+b)(a+c)}{N} \quad (8)$$

$$\text{Asosiasi negatif jika } a < \frac{(a+b)(a+c)}{N} \quad (9)$$

Asosiasi positif menunjukkan bahwa kedua spesies ditemukan bersama-sama dalam suatu habitat. Sedangkan, asosiasi negatif ini menunjukkan kedua spesies cenderung tidak ditemukan dalam suatu habitat secara bersama-sama (Dasilva *et al.*, 2023).

### Korelasi Pearson

Analisis hubungan kedua spesies yakni Moluska dan Mangrove digunakan analisis korelasi *Pearson Product Moment* dimana analisis ini digunakan untuk mengetahui bagaimana hubungan yang dibentuk dari kerapatan mangrove jika dibandingkan dengan kepadatan Moluska (Putra *et al.*, 2021). Adapun rumus korelasi Pearson sebagai berikut.

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (10)$$

$R_{hitung} > R_{tabel}$  = maka  $H_0$  ditolak,  $H_a$  diterima.

$R_{hitung} < R_{tabel}$  = maka  $H_0$  diterima,  $H_a$  ditolak.

$H_0$  = Tidak ada hubungan antara kerapatan mangrove dan kepadatan moluska.

$H_a$  = Terdapat hubungan antara kerapatan mangrove dan kepadatan moluska.

## Hasil dan Pembahasan

### Komposisi Spesies Mangrove di Pantai Dondon

Spesies mangrove yang ditemukan di Pantai Dondon Lombok Tengah adalah *Sonneratia alba* dengan tinggi rata-rata  $\pm 9,64$  meter. Selanjutnya rata-rata jarak antar individu mangrove adalah  $\pm 5$  meter. Panjang areal yang ditumbuhi mangrove adalah  $\pm 1$  km dan lebar  $\pm 613$  meter.

**Tabel 1.** Kerapatan dan Mangrove di Pantai Dondon

No	Nama Spesies	Jumlah Individu	Pantai Dondon			H'
			Kerapatan			
			Pohon	Pancang	Semai	
1.	<i>Sonneratia alba</i>	41	5900	800	100	0,67
2.	<i>Sonneratia caseolaris</i>	25				

Mangrove di Pantai Dondon termasuk mangrove alami. Jumlah individu *Sonneratia alba* mencapai 41 individu sedangkan spesies *Sonneratia caseolaris* mencapai 25 individu. Total seluruh jumlah spesies mangrove yang ditemukan di Pantai Dondon adalah 66 individu. Di dalam satu kuadran hanya ditemukan 2-4 individu dikarenakan mangrove memiliki keliling dan diameter tegakan yang cukup besar. Jarak antar tegakan mangrove  $\pm 5$  meter artinya jarak tegakan cukup jarang. Hal ini dibuktikan dengan hanya tiga tegakan pancang. Rata-rata keliling spesies mangrove yang ditemukan  $\pm 199,29$  cm. Adapun rata-rata *Diameter Breast High* (DBH) mangrove yang ditemukan di Pantai Dondon adalah  $\pm 63$  cm. Tegakan mangrove yang lebih banyak adalah tegakan pohon dikarenakan rata-rata diameter mangrove bernilai diatas 16 cm ( $>16$  cm). Rata-rata tinggi tegakan mangrove di Pantai Dondon  $\pm 8,17$  meter. Adapun substrat yang terdapat di Pantai Dondon didominasi oleh substrat Pasir Berlumpur (PL).

Hasil penelitian lain ditemukan spesies mangrove di Mare Gam, Tidore Selatan (Tahir *et al.*, 2023), ditemukan spesies *Sonneratia apetala*, *Rhizophora stylosa*, dan *Kandelia candel* (Ren *et al.*, 2008). Kesimpulan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya bahwa mangrove alami biasanya ditumbuhi oleh spesies mangrove asli yang umumnya sudah tumbuh sejak lama ditandai dengan ukuran tegakan mangrove relatif besar dan tinggi. Hasil perhitungan kerapatan spesies mangrove dan indeks keanekaragaman (H') yang telah dianalisis, jumlah individu spesies mangrove terbanyak dimiliki oleh spesies mangrove *Sonneratia alba*. Kerapatan jenis mangrove yang diperoleh 5900 ind/ha (pohon), 800 ind/ha (pancang), dan 100 ind/ha (semai) dimana nilai kerapatan pohon termasuk tinggi ( $\geq 1500$  ind/ha), kerapatan pancang termasuk jarang ( $\geq 1000 - <1500$  ind/ha), dan 100 ind/ha semai termasuk jarang ( $<1000$  ind/ha) (Nanulaitta *et al.*, 2019)). Indeks keanekaragaman (H') spesies mangrove yang diperoleh mencapai 0,67 yang termasuk dalam kategori rendah (H' < 1) (Setiawan, 2009).

Hutan mangrove alami memiliki cahaya matahari yang cukup maksimal masuk ke dalam hutan mangrove dan selalu digenangi air. Hal ini dikarenakan air laut tergenang dan sangat lambat untuk kembali pada kondisi normal. Jika terjadi pasang rendah, air laut yang tergenang sangat lambat kembali ke kondisi semula (Rosyidi, 2023). Penggenangan yang relatif lambat ini berakibat pada sulitnya mangrove menghilangkan kelebihan kadar garam sehingga mangrove yang dapat tumbuh di pantai tersebut adalah spesies mangrove yang toleran terhadap kadar garam tinggi dan tidak banyak membutuhkan oksigen (Nurkhaeroni *et al.*, 2023). Jika dibandingkan dengan mangrove rehabilitasi di Pantai Gerupuk, mangrove di Pantai Dondon lebih rendah kerapatannya. Hal ini dikarenakan hutan mangrove di Pantai Dondon merupakan hutan mangrove alami dengan jarak antar tumbuhan mangrove cukup jarang.

Mangrove alami memiliki ciri-ciri diantaranya tumbuh secara alami tanpa dilakukannya kegiatan penanaman. Pada mangrove alami terjadi pergantian siklus air sehingga mengakibatkan suhu lebih rendah, ukuran pH lebih tinggi dikarenakan adanya suplai air laut, kondisi substrat berpasir disebabkan oleh pengaruh gelombang air laut sehingga hal ini mengakibatkan kerapatan mangrove di hutan mangrove alami lebih rendah (Merpaung, 2013). Indeks Keanekaragaman spesies mangrove di Pantai Dondon hanya mencapai 0,65 dimana nilai indeks keanekaragaman ini tergolong rendah. Hal ini menunjukkan kriteria keanekaragaman spesies mangrove rendah, jumlah individu rendah, kestabilan komunitas rendah (Setiawan, 2009). Keanekaragaman spesies mangrove yang tergolong rendah ini dipengaruhi oleh kondisi vegetasi seperti komposisi dan jumlah spesies yang ditemukan pada lokasi penelitian (Dasilva *et al.*, 2023) dimana di Pantai Dondon ini hanya ditemukan dua spesies mangrove.

Penelitian Candri *et al.* (2019), indeks keanekaragaman spesies mangrove alami bernilai 1,0 – 1,7 yang tergolong sedang di Pemongkong, Pesisir Selatan Pulau Lombok (Candri *et al.*,

2019). Indeks keanekaragaman pada penelitian ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan indeks keanekaragaman mangrove alami Pantai Dondon yang hanya mencapai 0,67. Selain itu, dalam penelitian lainnya, indeks keanekaragaman makrobentos hutan mangrove alami Desa Cendi Manik, Kecamatan Sekotong, Lombok Barat bernilai ( $H' = 0,59 - 1,59$ ) dan ditemukan 7 spesies mangrove alami (Aryanti *et al.*, 2021). Jika dibandingkan dengan Pantai Dondon, spesies mangrove di Desa Cendi Manik lebih beragam.

Spesies mangrove alami yang ditemukan di Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar hanya ditemukan 4 spesies mangrove alami dengan indeks keanekaragaman makrobentos tertinggi mencapai 0,62 (Merpaung, 2013). Jika dibandingkan dengan Pantai Dondon, spesies mangrove alami di Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar hampir mendekati jumlah spesies mangrove yang ditemukan di Pantai Dondon. Pada ketiga plot dalam penelitian tersebut, hanya ditemukan dua spesies mangrove. Hal ini diduga karena mangrove alami tumbuh secara alami tanpa adanya rehabilitasi atau kegiatan penanaman, sehingga spesies yang ditemukan hanya dua spesies. Di Kepulauan Andaman dan Nikobar (ANI), India dimana jumlah spesies mangrove masing-masing 35 spesies di Andaman dan 21 spesies di Nikobar dengan indeks keanekaragaman tertinggi di Andaman bagian selatan yang mencapai 3,32 (Ragavan *et al.*, 2015), jika dibandingkan dengan spesies mangrove Pantai Dondon, mangrove di Kepulauan Andaman dan Nikobar lebih banyak ditemukan spesies mangrove. Hal ini karena pada penelitian tersebut dibuatkan 51 titik pengamatan, 4 transek, dan masing-masing transek terdiri atas 4 kuadran pengamatan, sehingga hasil penelitian

spesies mangrovenya lebih banyak daripada jumlah spesies mangrove di Pantai Dondon.

### Mangrove Pantai Gerupuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mangrove rehabilitasi (telah dilakukannya penanaman mangrove) terdapat di Pantai Gerupuk, Dusun Gerupuk, Lombok Tengah. Jarak antar tanaman 1-2 meter. Berdasarkan hasil pengukuran selama survei lokasi penelitian, ukuran hutan mangrove di Pantai Gerupuk dengan keliling mencapai 3,17 km dengan luas mencapai 459.195 m<sup>2</sup>. Spesies mangrove yang banyak ditemukan di Pantai Gerupuk adalah famili Rhizophoraceae terutama spesies *Rhizophora stylosa* selanjutnya diikuti oleh *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata*. *Rhizophora stylosa* memiliki tegakan dengan tinggi rata-rata ±6,94 meter.

Keberadaan *Rhizophora stylosa* di Pantai Gerupuk disebabkan karena adanya kegiatan penanaman yang telah dilakukan di ekosistem mangrove Pantai Gerupuk salah satunya penanaman mangrove pada Senin, 15 Mei 2023 oleh segenap TNI dan POLRI (*Webside Resmi Divisi Humas POLRI 16/05/2023*). Selain itu juga, baru-baru ini telah dilakukan kegiatan penanaman mangrove di Pantai Gerupuk dalam rangka kegiatan Dies Natalis Fakultas Pertanian ke-57, Universitas Mataram pada Januari 2024. Hal ini dapat menjadi bukti bahwa mangrove Pantai Gerupuk merupakan mangrove yang telah di rehabilitasi. Kerapatan mangrove tertinggi ialah tegakan pancang. Indeks Keanekaragaman mangrove tergolong sedang di Pantai Gerupuk, Lombok Tengah. Kerapatan dan Indeks Keanekaragaman spesies mangrove di Pantai Gerupuk pada Tabel 2.

Tabel 2. Kerapatan dan Mangrove di Pantai Gerupuk

No	Nama Spesies	Jumlah Individu	Pantai Gerupuk			H'
			Kerapatan			
			Pohon	Pancang	Semai	
1.	<i>Avicennia marina</i>	1	9200	59200	34400	1,47
2.	<i>Ceriops tagal</i>	4				
3.	<i>Rhizophora apiculata</i>	142				
4.	<i>Rhizophora mucronata</i>	142				
5.	<i>Rhizophora stylosa</i>	688				
6.	<i>Sonneratia alba</i>	41				

Mangrove yang ditemukan di Pantai Gerupuk berasal dari tiga famili yakni Achantaceae, Rhizophoraceae, dan

Sonneratiaceae. Adapun spesies mangrove yang ditemukan diantaranya *Avicennia marina*, *Ceriops tagal*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora*

*mucronata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba*. Jumlah individu spesies mangrove di antaranya *Avicennia marina* 1 individu, *Ceriops tagal* 4 individu, *Rhizophora apiculata* 142 individu, *Rhizophora mucronata* 142 individu, *Rhizophora stylosa* 688 individu, dan *Sonneratia alba* 41 individu. *Rhizophora stylosa* menjadi spesies dengan jumlah individu terbanyak yakni mencapai 688 individu. Sedangkan spesies *Avicennia marina* menjadi spesies yang paling sedikit jumlahnya dimana jenis ini ditemukan hanya 1 individu. Di dalam satu kuadran hanya diamati 2-3 spesies mangrove yang berbeda untuk penelitian asosiasi Moluska dikarenakan mangrove memiliki keliling dan diameter tegakan yang lebih kecil dibandingkan spesies mangrove di Pantai Dondon sehingga hal ini mengakibatkan pada kuadran mangrove 10 meter x 10 meter ditemukan  $\pm 30$  individu spesies mangrove. Namun, berdasarkan metode penelitian yang digunakan, spesies mangrove yang diamati adalah perwakilan spesies mangrove berbeda yang ditemukan dalam kuadran pengamatan 10 m x 10 m. Jarak antar tegakan mangrove  $\pm 2$  meter artinya jarak tegakan mangrove cukup rapat. Hal ini juga menjadi bukti bahwa adanya kegiatan penanaman di Pantai Gerupuk karena jarak antar tegakan mangrove telah ditentukan pada saat kegiatan penanaman.

Kawasan hutan mangrove di Pantai Gerupuk ini termasuk kawasan ekosistem mangrove rehabilitasi. Hal ini juga dibuktikan dengan ditemukan lebih banyak tegakan pancang dan semai dibandingkan tegakan pohon. Hasil penelitian didukung oleh adanya kegiatan penanaman yang dilakukan sebagai bentuk rehabilitasi ekosistem mangrove di Pantai Gerupuk. Rata-rata keliling spesies mangrove yang ditemukan  $\pm 55,21$  cm. Adapun rata-rata *Diameter Breast High* (DBH) mangrove yang ditemukan di Pantai Gerupuk adalah  $\pm 17,58$  cm. Rata-rata Tinggi Bebas Cabang (TBC) mencapai  $\pm 53,33$  cm. Tegakan mangrove yang lebih banyak adalah tegakan pancang dan semai dikarenakan rata-rata diameter mangrove bernilai dibawah 16 cm ( $< 16$  cm) dan tegakan semai memiliki tinggi  $\pm 1,5$  m. Rata-rata tinggi tegakan mangrove di Pantai Gerupuk  $\pm 7,58$  meter. Rata-rata tinggi kanopi spesies mangrove  $\pm 2,42$  meter. Adapun substrat yang terdapat di Pantai Gerupuk didominasi oleh substrat Lumpur Berpasir (LP).

Hasil perhitungan kerapatan spesies mangrove dan indeks keanekaragaman ( $H'$ ) yang telah dianalisis dimana kerapatan setiap tegakan

diantaranya pohon 9200 ind/ha (tinggi), pancang 59200 ind/ha (tinggi), dan semai 34400 ind/ha (tinggi) (Nanulaitta et al., 2019). Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) yang didapatkan bernilai 1,47 tergolong sedang (Setiawan, 2009). Tingginya kerapatan tegakan pancang dan diikuti oleh tegakan semai dikarenakan mangrove di Pantai Gerupuk ini adalah hutan mangrove hasil rehabilitasi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa telah dilakukannya rehabilitasi ekosistem mangrove yakni penanaman satu jenis mangrove dari genus *Rhizophora* di Teluk Gerupuk (Anwar & Mertha, 2017). Tingginya jumlah individu semai ditunjukkan dengan hasil perhitungan kerapatan semai yang mencapai 34400 ind/ha. Hal ini dikarenakan telah dilakukannya kegiatan rehabilitasi atau penanaman mangrove di Pantai Gerupuk pada Mei 2023 dan Januari 2024.

Indeks keanekaragaman spesies mangrove di Pantai Gerupuk mencapai 1,47. Jika disesuaikan dengan kriteria kerapatan mangrove, nilai ini tergolong sedang ( $1 < H' < 3$ ) (Setiawan, 2009). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) mangrove di Pantai Gerupuk tergolong sedang (Dasilva et al., 2023) dengan nilai 1,08 – 1,72. Indeks keanekaragaman mangrove di Pantai Gerupuk lebih tinggi dibandingkan di Pantai Dondon yang hanya mencapai 0,67. Komposisi dan jumlah spesies mangrove yang ditemukan di Pantai Gerupuk lebih banyak dibandingkan Pantai Dondon.

Hasil penelitian Anwar & Mertha (2017), ditemukan 12 spesies mangrove terdiri dari 9 marga dan 7 suku dengan keanekaragaman tergolong rendah di Teluk Gerupuk, Kabupaten Lombok Tengah dengan Indeks. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, spesies yang ditemukan setengah dari penelitian Anwar & Mertha tahun 2017, hal ini diduga karena adanya penyempitan lahan mangrove, pembakaran mangrove, dan penggundulan hutan mangrove sehingga spesies mangrove yang ditemukan pada penelitian di tahun 2023 ini semakin berkurang jika dibandingkan dengan penelitian tersebut. Selain itu, pada penelitian Dasilva et al. (2023) ditemukan 7 spesies mangrove dengan Indeks Keanekaragaman (1,48 – 1,88) termasuk kategori sedang. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, hampir sama dengan penelitian tersebut, hanya saja pada penelitian ini tidak ditemukan spesies *Avicennia lanata* seperti pada penelitian Dasilva et al. (2023). Selain itu, dalam penelitian Plaimo

et al. (2023), ditemukan 7 spesies mangrove dengan Indeks Keanekaragaman 1,34 – 1,38 di wisata Titian Mangrove, Desa Aimoli. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, spesies mangrove yang ditemukan lebih banyak, 4 dari spesies mangrove tersebut seperti *Aegilitis annulata*, *Bruguira gymnorrhiza*, *Osbornia octodontam*, dan *Aegiceras floridum* tidak ditemukan di penelitian ini diduga karena lokasi penelitian tersebut adalah lokasi wisata konservasi, artinya spesies mangrove sengaja ditanam beragam jenis untuk dikenalkan kepada wisatawan. Dalam penelitian Pepito & Cabili (2023) ditemukan 10 spesies mangrove dari 5 famili yang berbeda dengan Indeks Keanekaragaman 1,7 di Ekosistem Mangrove Samar Utara khususnya di garis Pantai Universitas Filipina bagian Timur. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, lebih banyak spesies mangrove yang ditemukan, 5 diantaranya tidak ditemukan di Pantai Gerupuk seperti *Avicennia officinalis*, *Avicennia rumphiana*, *Lumnitzera littorea*, *Aegiceras corniculatum*, dan *Bruguira gymnorrhiza*. Hal ini diduga disebabkan oleh metode yang digunakan dalam penelitian tersebut ialah dibuatkan 4 stasiun penelitian dengan lokasi yang berbeda-beda, sehingga spesies yang ditemukan cenderung lebih banyak dan beragam.

### **Spesies Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) yang ditemukan**

Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 720 individu Moluska yang ditemukan terdiri dari 682 individu Gastropoda dan 38 individu Bivalvia pada ekosistem mangrove di Pantai Dondon. Sedangkan di Pantai Gerupuk ditemukan 793 individu Gastropoda dan tidak ditemukan Bivalvia. Jenis-jenis Gastropoda yang ditemukan

di Pantai Dondon terdiri atas 16 famili Gastropoda dan 5 famili Bivalvia. Famili Gastropoda yang ditemukan diantaranya Batillariidae, Buccinidae, Cerithiidae, Columbidae, Cominellidae, Conidae, Cyclophoridae, Littorinidae, Muricidae, Neritidae, Naticidae, Pleuroceridae, Potamididae, Strombidae, Trochidae, dan Volutidae. Sedangkan famili Bivalvia Pantai Dondon sebanyak 5 famili ditemukan diantaranya Arcidae, Cardidae, Lucinidae, Mactridae, dan Veneridae.

Jenis Gastropoda yang ditemukan terdiri atas 6 famili Gastropoda dan tidak ditemukan famili Bivalvia dalam kuadran pengamatan di Pantai Gerupuk. Famili Gastropoda yang ditemukan diantaranya Batillariidae, Cerithiidae, Cyclophoridae, Muricidae, Nassariidae, dan Potamididae. Jumlah individu dan jenis yang ditemukan dari tiap pantai bervariasi. Pantai Dondon terdapat 720 individu dari 45 jenis dan Pantai Gerupuk terdapat 793 individu dari 21 jenis baik Gastropoda dan Bivalvia.

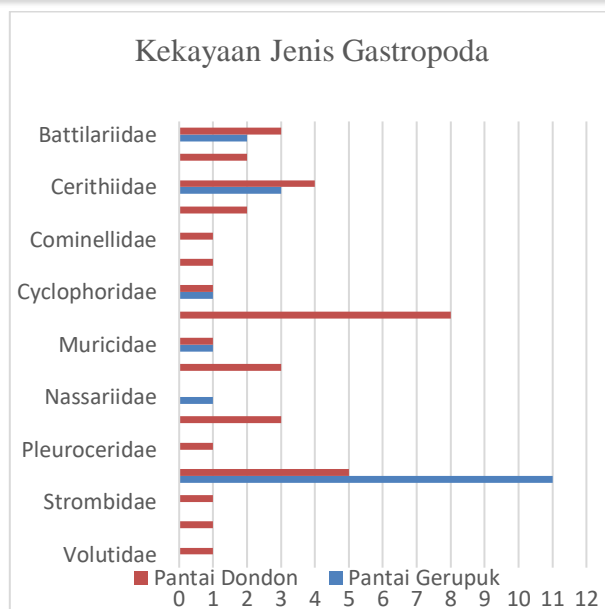
### **Perbandingan Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk**

Hasil penelitian ditunjukkan dengan grafik kekayaan jenis Gastropoda. Littorinidae menjadi Gastropoda terbanyak di Pantai Dondon sedangkan Potamididae menjadi Gastropoda terbanyak di Pantai Gerupuk. Adapun perbandingan Moluska (Gastropoda) di kedua lokasi penelitian disajikan dalam grafik berikut ini.

#### **a. Gastropoda**

Adapun perbandingan Moluska (Gastropoda) di kedua lokasi penelitian disajikan dalam grafik berikut ini.





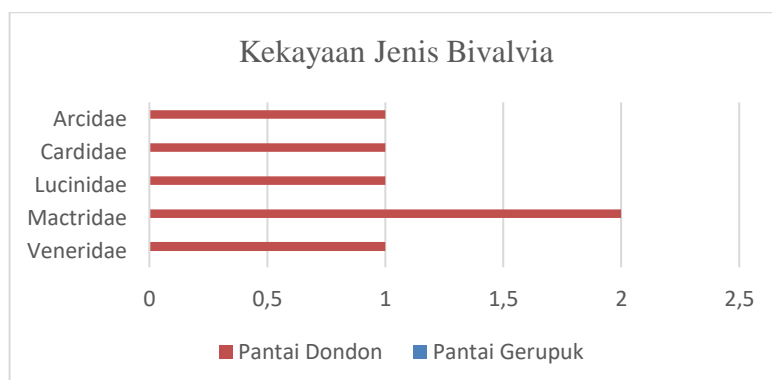
Gambar 2. Grafik perbandingan famili gastropoda di pantai dondon dan pantai gerupuk

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat dengan jelas adanya perbedaan dari spesies Moluska yang didapatkan di dua Pantai lokasi penelitian (Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk). Pantai Dondon lebih banyak ditemukan spesies Gastropoda famili Littorinidae sedangkan di Pantai Gerupuk lebih banyak ditemukan spesies Gastropoda dari famili Potamididae. Dalam penelitian Abubakar *et al.* (2018), ditemukan 12 jenis Gastropoda di Ekosistem Mangrove Pulau Sibu, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara (Abubakar *et al.*, 2018). Sedangkan dalam penelitian ini, lebih banyak ditemukan baik di Pantai Dondon (45 jenis) dan Pantai Gerupuk (21 Jenis). Selain itu, dalam penelitian Masni *et al.* (2018), ditemukan 17 jenis Gastropoda epifauna asosiasi mangrove di Desa Pulau Tembako, Kecamatan Mataoleo, Kabupaten Bombana (Masni *et al.*, 2016). Dalam penelitian lainnya juga ditemukan 53 spesies

Gastropoda, 13 diantaranya berasosiasi dengan mangrove, Gastropoda yang ditemukan berbeda jumlah spesiesnya pada setiap periode tahun penelitian yang dilakukan di Kawasan Mangrove, Vietnam bagian Tengah (Zvonareva *et al.*, 2015). Jika dibandingkan dengan penelitian ini, penelitian di Vietnam lebih banyak ditemukan spesies Gastropoda diduga karena waktu penelitiannya dilakukan berjangka panjang di tahun yang berbeda.

#### b. Bivalvia

Hasil penelitian ditunjukkan dengan grafik kekayaan jenis Bivalvia. Mactridae menjadi Bivalvia terbanyak di Pantai Dondon sedangkan Bivalvia tidak ditemukan dalam kuiadran pengamatan di Pantai Gerupuk. Adapun perbandingan Moluska (Bivalvia) di kedua lokasi penelitian disajikan dalam grafik berikut ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan famili Bivalvia di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk

Berdasarkan grafik tersebut, terlihat dengan jelas adanya perbedaan dari spesies Bivalvia yang didapatkan di dua Pantai lokasi penelitian (Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk). Pantai Dondon ditemukan spesies Bivalvia dari 5 famili sedangkan di Pantai Gerupuk tidak ditemukan Bivalvia dalam kuadran pengamatan. Dalam penelitian Masni *et al.* (2016), ditemukan 2 spesies Bivalvia yang berasosiasi dengan spesies *Rhizophora apiculata* di Desa Pulau Tembako, Kecamatan Mataoleo, Kabupaten Bombana (Masni *et al.*, 2016). Jika dibandingkan dengan penelitian ini, spesies Bivalvia *Ostrea edulis* dan *Saccostrea cuculata* tidak ditemukan baik di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk. Namun, jika dibandingkan dengan Bivalvia di Pantai Dondon, dalam penelitian ini lebih banyak spesies Bivalvia yang ditemukan yakni 5 jenis Bivalvia dari 4 famili yang berbeda ditemukan di Pantai Dondon. Sedangkan di Pantai Gerupuk, dalam kuadran pengamatan tidak ditemukan Bivalvia, namun diluar kuadran pengamatan ditemukan 4 jenis Bivalvia yakni *Spisula sp.*, *Lutraria lutraria*, *Gafrarium pectinatum* dan *Tagelus californianus* diantara mangrove *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* dengan kondisi morfologi cangkang tidak utuh (tidak setangkup) dan cangkang sedikit rapuh. Bivalvia tersebut tidak masuk dalam kuadran sehingga tidak dimasukkan dalam sampel penelitian.

Penelitian Kassim *et al.* (2018) 5 spesies Bivalvia ditemukan dengan indeks keanekaragaman 0,72 – 1,34 di hutan mangrove Tok Bali, Klantan, Malaysia. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, di hutan mangrove Tok Bali, Klantan, Malaysia jumlah spesies Bivalvia yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan jumlah spesies Bivalvia di Pantai Dondon (6 spesies) dan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah Bivalvia Pantai Gerupuk (hanya 4 spesies). Hal ini diduga karena spesies Bivalvia atau kerang di hutan mangrove Tok Bali, Klantan, Malaysia tidak menunjukkan pola distribusi yang tersembunyi, seperti di Stasiun 1 penelitian tersebut (stasiun dengan keadaan tercemar oleh budidaya ikan) memiliki indeks keanekaragaman tertinggi yang menunjukkan kemampuan kerang infauna untuk mentolerir lingkungan yang tercemar. Dalam penelitian tersebut juga diterangkan bahwa polusi mempengaruhi kepadatan, namun tidak mempengaruhi kehadiran spesies (Kassim *et al.*, 2018). Kehadiran kerang (Bivalvia) juga dapat dijadikan sebagai

bioindikator tingkat kontaminan disuatu daerah, memberikan indikasi jangka panjang pencemaran terhadap lingkungan sebagai ekosistem serta dampak bagi organisme lainnya (Kassim *et al.*, 2018).

Jumlah spesies Moluska yang ditemukan di Pantai Dondon 45 spesies diantaranya 39 spesies Gastropoda dan 6 spesies Bivalvia. Spesies Gastropoda yang paling banyak ditemukan adalah *Littorina scabra* dengan jumlah individu mencapai 114 individu. *Littorina scabra* merupakan jenis Gastropoda yang biasa ditemukan di akar, batang, dan daun mangrove (Nurrudin, 2015). Ciri morfologis *Littorina scabra* diantaranya bentuk *apex* yang runcing, cangkang berukuran 1,3 cm – 1,5 cm dengan warna coklat gelap kekuningan. Warna kuning pada cangkang cenderung pucat, *outer lip tipis* warna kuning campur hitam, dan *inner lip* putih pucat (Nurrudin, 2015). Jenis *Littorina scabra* banyak ditemukan karena makanannya adalah mikroflora yang menempel pada batang bakau (Nurrudin, 2015). Jenis *Littorina scabra* bisa bertahan hidup dikondisi mangrove yang kering dan dapat hidup dipercikan air yang sedang pasang (Nadaa *et al.*, 2021). Sesuai dengan pernyataan tersebut, berdasarkan hasil penelitian lapangan, jenis *Littorina scabra* ditemukan disetiap stasiun penelitian Pantai Dondon. Jenis *Littorina scabra* ditemukan menempel di akar mangrove bagian atas, batang, ranting, dan daun mangrove. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya dimana famili Littorinidae yang banyak ditemukan di hutan nipah, rawa-rawa, dan di tepi arah laut dari kawasan mangrove (Ernawati *et al.*, 2019). Selain itu, jenis *Littorina scabra* ini termasuk jenis Gastropoda yang dapat memanjat akar mangrove (Oktavia, 2018). Selain itu, spesies *Littorina scabra* juga banyak ditemukan di rawa mangrove Sungai Patonga, Wales Selatan Baru, Australia (Little & Stirling, 1984).

Jumlah spesies Moluska yang ditemukan diantaranya 21 spesies Gastropoda, namun tidak ditemukan spesies Bivalvia di Pantai Gerupuk. Spesies Gastropoda yang paling banyak ditemukan adalah *Cerithidea cingulata* dengan jumlah individu mencapai 149 individu. *Cerithidea cingulata* termasuk Gastropoda asli mangrove. Gastropoda asli mangrove seluruh atau sebagian besar hidupnya dihabiskan di ekosistem mangrove sehingga kepadatannya cukup tinggi. Keberadaan jenis Gastropoda ini tergantung pada kemampuannya dalam

beradaptasi atau memiliki kemampuan toleran terhadap lingkungan seperti kemampuan spesies ini dapat bertahan jika terendam air. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya bahwa genus *Cerithidea* dapat beradaptasi dengan baik seperti bertahan dalam rendaman air (Ayunda, 2011). Gastropoda jenis *Cerithidea cingulata* biasanya ditemukan di akar mangrove substrat berlumpur. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan *Cerithidea cingulata* ditemukan pada akar mangrove dengan substrat dominan berlumpur (Agustina *et al.*, 2019). Sejalan dengan hasil observasi, Pantai Gerupuk memiliki substrat dominan berlumpur dibandingkan Pantai Dondon yang bersubstrat dominan pasir sehingga spesies *Cerithidea cingulata* tidak ditemukan di Pantai Dondon.

Ciri morfologi dari *Cerithidea cingulata* adalah memiliki warna cangkang coklat kehitaman, bentuk kerucut dengan *apex* runcing, putaran cangkang dekstral (ke arah kanan putarannya). Bentuk cangkang tabung spiral, rusuk spiral berjumlah tiga buah berjajar dan

saling berpotongan dengan rusuk aksial pada masing-masing *whorl*. Perpotongan ini membentuk tonjolan. Tepat di *whorl* akhir, rusuk aksial tidak ditemukan, namun rusuk spiral masih dapat ditemukan dan terlihat jelas. Panjang cangkang 2,5 – 3,1 cm dan lebar cangkang 1 – 1,5 cm (Agustina *et al.*, 2019).

### Indeks Keanekaragaman Moluska (Gastropoda dan Bivalvia)

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Moluska menunjukkan nilai yang hampir sama antara Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk. Indeks keanekaragaman Moluska Pantai Dondon stasiun I bernilai 2,82 (sedang), stasiun II bernilai 2,72 (sedang), stasiun III bernilai 3,43 (tinggi). Sedangkan indeks keanekaragaman Moluska Pantai Gerupuk stasiun I bernilai 2,32 (sedang), stasiun II bernilai 2,15 (sedang), dan stasiun III bernilai 2,33 (sedang). Rentang indeks keanekaragaman Moluska di Pantai Dondon 2,72 – 3,43 sedangkan di Pantai Gerupuk indeks keanekaragaman Moluska dalam rentang 2,15 – 2,33.

Tabel 3. Indeks keanekaragaman moluska pantai dondon dan pantai gerupuk

Pantai	H' Indeks Keanekaragaman		
	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Pantai Dondon	2,82	2,72	3,43
Pantai Gerupuk	2,32	2,15	2,33

Indeks keanekaragaman (H') Moluska yang ditemukan di Pantai Dondon memiliki rentang nilai 2,72 – 3,43. Nilai ini mempunyai arti bahwa jumlah jenis lebih tinggi ditemukan dibandingkan jumlah total individu dari seluruh jenis. Indeks keanekaragaman (H') lebih tinggi terutama di stasiun III menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Pantai Dondon disukai banyak jenis Moluska (Ernawati *et al.*, 2019) terutama spesies dari kelas Gastropoda dan Bivalvia. Indeks keanekaragaman Moluska di Pantai Dondon lebih tinggi dibandingkan Pantai Gerupuk (2,15 – 2,33). Hal ini diduga karena adanya penurunan keanekaragaman spesies akibat tekanan lingkungan sepanjang waktu yang terus menerus berubah dan aktivitas manusia yang mempengaruhi ekosistem mangrove seiring dengan perkembangannya kegiatan pembangunan (Ernawati *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan maraknya kegiatan pembangunan yang dilakukan di Pantai Gerupuk (Dasilva *et al.*, 2023).

Indeks keanekaragaman Moluska di Pantai Gerupuk memiliki rentang nilai 2,15 – 2,33. Tingkat keanekaragaman jenis Gastropoda dan Bivalvia yang terdapat pada setiap stasiun Pantai Gerupuk tergolong sedang (Setiawan, 2009). Nilai H' yang didapatkan dalam rentang 2,15 – 2,33 memiliki arti bahwa interaksi antar jenis Gastropoda yang terjadi tergolong sedang. Tingkat keanekaragaman tinggi atau sedang bergantung pada jumlah ditemukannya jenis dan pemerataan jumlah individu di dalam suatu komunitas (Odum, 1993; Nurrudin *et al.*, 2015).

Rata-rata Indeks keanekaragaman di Pantai Dondon (2,99) dan Pantai Gerupuk (2,26) yang menunjukkan kriteria indeks keanekaragaman ( $1 < H' < 3$ ) (sedang) (Setiawan, 2009). Hasil ini sejalan dengan penelitian-penelitian mengenai Moluska lainnya, seperti dalam penelitian Dasilva *et al.* (2023), Moluska di kawasan mangrove pesisir selatan Gerupuk, Lombok Tengah terdiri dari 13 spesies Moluska dengan Indeks Keanekaragaman (H') 1,48 – 1,88 yang tergolong

sedang (Dasilva *et al.*, 2023). Selain itu, ditemukan 24 spesies Moluska dengan indeks keanekaragaman 1,3 (di hutan mangrove rehabilitasi) dan 1,4 (di hutan mangrove alami) di Ekosistem Mangrove Bagek Kembar, Lombok Barat (Candri, 2020). Adapun dalam penelitian Ginantra & Sundra (2023), ditemukan 24 spesies Moluska di tumbuhan mangrove terdiri dari 19 spesies Gastropoda dan 5 spesies Bivalvia dengan indeks keanekaragaman 2,79 tergolong sedang di hutan mangrove Nusa Lembongan, Bali (Ginantra & Sundra, 2023). Selain itu, ditemukan 84 spesies Moluska yang terdiri dari 45 kelas Gastropoda dan 39 Bivalvia dengan indeks keanekaragaman Moluska dalam rentang 3,55 – 4,11 di sepanjang kawasan hutan mangrove Teluk Mannar (*Gulf of Mannar*), India Selatan (Keerthana *et al.*, 2023). Jika dibandingkan dengan penelitian ini, lebih banyak ditemukan spesies Moluska di India Selatan karena waktu penelitiannya relatif lama dari tahun 2020 – 2021,

sehingga spesies Moluska yang didapatkan juga cenderung lebih banyak hingga mencapai 84 spesies daripada Moluska Pantai Dondon (hanya 45 jenis) dan Pantai Gerupuk (hanya 21 jenis) (Keerthana *et al.*, 2023).

### Indeks Keceragaman Moluska (Gastropoda dan Bivalvia)

Nilai indeks keceragaman jenis Moluska yang ditemukan di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk sedikit berbeda. Nilai indeks keceragaman Moluska Pantai Dondon stasiun I bernilai 0,74 (sedang), stasiun II bernilai 0,71 (sedang), dan stasiun III bernilai 0,9 (tinggi). Sedangkan di Pantai Gerupuk, stasiun I bernilai 0,76 (sedang), stasiun II bernilai 0,71 (sedang), dan stasiun III bernilai 0,76 (sedang) (Odum, 1993). Rentang indeks keceragaman Pantai Dondon 0,71 – 0,9 dan Pantai Gerupuk 0,71 – 0,76.

Tabel 4. Indeks Keceragaman Moluska Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk

Pantai	E Indeks Keceragaman		
	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Pantai Dondon	0,74	0,71	0,9
Pantai Gerupuk	0,76	0,71	0,76

Indeks keceragaman Pantai Dondon dalam rentang 0,71 – 0,9 yang rata-ratanya adalah 0,78, tergolong sedang (Odum, 1993). Indeks keceragaman jenis (E) memiliki kisaran nilai 0 – 1 (Zahida & Jati, n.d). Dalam penelitian lainnya juga disebutkan bahwa indeks keceragaman adalah ukuran jumlah individu per spesies dalam suatu komunitas, dimana jika penyebaran individu antar spesies semakin merata, maka ekosistem akan semakin seimbang. Nilai keceragaman biasanya dalam rentang 0 – 1, semakin kecil nilai keceragamannya maka semakin kecil keceragaman populasi yang menunjukkan penyebaran jumlah individu tiap jenis tidak sama (Amanda *et al.*, 2023). Jika hasil perhitungan indeks keceragaman yang mendekati 1, maka komposisi individu tiap jenis yang ada pada suatu komunitas dalam kondisi yang relatif baik, dimana penyebaran tiap jenis sama atau seragam meskipun beberapa spesies penempel ditemukan dalam jumlah banyak dibandingkan jenis yang lain (Kayame *et al.*, 2023).

Indeks keceragaman Moluska di Pantai Gerupuk stasiun I bernilai 0,76 (sedang), stasiun II bernilai 0,71 (sedang), dan stasiun III bernilai

0,76 (sedang) (Odum, 1993). Nilai ini menunjukkan nilai yang hampir mendekati 1. Indeks keceragaman yang mendekati 1 memiliki arti keceragaman jenis seimbang (Agustina *et al.*, 2019). Nilai (E) yang mendekati 1 atau lebih besar dari 0,5 (>0,5) (Odum, 1993) memiliki arti keceragaman jenis pada ekosistem berada pada kondisi seimbang artinya tidak terjadi persaingan baik persaingan tempat hidup maupun persaingan dalam mendapatkan makanannya (Hendri, 2014; Agustina *et al.*, 2019). Hal ini sangat sesuai dengan hasil penelitian dimana jenis-jenis Gastropoda yang ditemukan berbeda-beda berdasarkan tempat hidupnya, ada yang ditemukan di ekosistem mangrove dekat dengan pantai, ada yang ditemukan di substrat berlumpur tepatnya di stasiun tengah hutan mangrove (dekat muara atau sungai), dan ada pula yang ditemukan di mangrove dekat daratan sesuai dengan persebaran stasiun yang tentunya mengakibatkan kebutuhan makanan dapat terpenuhi, kondisi seimbang, dan tidak adanya persaingan.

Penelitian Dasilva *et al.* (2023) memperoleh indeks keceragaman Moluska tergolong sedang dengan rentang 0,68 – 0,76 di

Kawasan Mangrove Pesisir Pantai Gerupuk, Lombok Tengah (Dasilva *et al.*, 2023). Indeks keseragaman Moluska di Ekosistem Mangrove wilayah Lombok Tengah juga diteliti oleh Nurkhaeroni & Idrus (2023) tepatnya di Pantai Dondon diperoleh nilai keseragaman Moluska 0,90 (Nurkhaeroni & Idrus, 2023) dimana nilai tersebut sama dengan hasil penelitian keseragaman Moluska di kedua lokasi penelitian ini. Selain itu, indeks keseragaman Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) di lantai Hutan Mangrove Kampung Makimi, Distrik Makimi, Kabupaten Nabire mencapai 0,82 tergolong rendah (Kayame *et al.*, 2023). Dalam penelitian Mirza & Nashaat (2019), indeks keseragaman Moluska tergolong rendah karena tidak melebihi angka 0,5 di sungai Gharaf, Iraq Selatan (Mirza & Nashaat, 2019). Jika nilai indeks keseragaman tidak melebihi 0,5, maka spesies berada di bawah tekanan lingkungan yang tinggi, sehingga spesies yang hadir tidak seragam dan distribusinya tidak merata (Mirza & Nashaat, 2019).

### Indeks Dominansi Moluska (Gastropoda dan Bivalvia)

Indeks dominansi ditujukan untuk mengetahui ada atau tidaknya spesies Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) yang dominan ditemukan. Indeks dominansi tertinggi di Pantai Gerupuk tepatnya di stasiun II yakni bernilai 0,16. Sedangkan indeks dominansi terendah di Pantai Dondon tepatnya di stasiun III bernilai 0,05. Adapun masing-masing indeks dominansi setiap pantai yakni Pantai Dondon, stasiun I bernilai 0,09 (rendah), stasiun II bernilai 0,12 (rendah), dan stasiun III bernilai 0,05 (rendah). Sedangkan indeks dominansi Pantai Gerupuk diantaranya stasiun I bernilai 0,14 (rendah), stasiun II bernilai 0,16 (rendah), dan stasiun III bernilai 0,12 (rendah). Rentang indeks dominansi Pantai Dondon 0,05 – 0,12 dan Pantai Gerupuk 0,12 – 0,16.

Tabel 5. Indeks Dominansi Moluska Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk

Pantai	D Indeks Dominansi		
	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Pantai Dondon	0,09	0,12	0,05
Pantai Gerupuk	0,14	0,16	0,12

Rentang indeks dominansi Pantai Dondon 0,05 – 0,12. Indeks dominansi diperlukan untuk mengetahui ada atau tidaknya organisme makrozoobenthos yang mendominasi di suatu lingkungan terutama lingkungan perairan (Pakpahan *et al.*, 2013). Indeks Dominansi di Pantai Dondon ini tergolong rendah artinya tidak ada spesies Moluska yang mendominasi.

Indeks dominansi Moluska di Pantai Gerupuk diantaranya stasiun I bernilai 0,14 (rendah), stasiun II bernilai 0,16 (rendah), dan stasiun III bernilai 0,12 (rendah) (Odum, 1993). Hasil perhitungan indeks dominansi ada atau tidaknya organisme Moluska yang mendominasi di Pantai Gerupuk tergolong rendah dengan rentang 0,12 – 0,16 (Odum, 1993). Hal ini memiliki arti bahwa tidak adanya jenis yang dominan pada setiap stasiun penelitian di Pantai Gerupuk. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa nilai indeks dominansi yang rendah memiliki arti bahwa tidak ada spesies yang mendominasi, jumlah jenis dan individu yang ditemukan merata (Nurrudin *et al.*, 2015). Nilai indeks keseragaman dengan indeks

dominansi pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbanding terbalik yang memiliki arti bahwa keseragaman spesies tersebar merata dalam suatu ekosistem, tidak ada spesies yang mendominasi pada ekosistem tersebut (Hasanah *et al.*, 2023).

Penelitian lain seperti penelitian Dewi *et al.* (2023) indeks dominansi Moluska tergolong rendah bernilai 0,16 yang di Hutan Mangrove Ayah, Kabupaten Kebumen. Selain itu, indeks dominansi Moluska mencapai 0,33 di Samar Utara khususnya di garis Pantai Universitas Filipina bagian Timur (Pepito & Cabili, 2023). Beberapa penelitian tersebut menunjukkan indeks dominansi yang rendah hampir sama dengan penelitian di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk.

### Asosiasi Moluska dan Mangrove Pantai Dondon

Penelitian ini terfokus pada Moluska yang ditemukan berasosiasi dengan mangrove. Tipe asosiasi yang terjadi ada 25 positif dengan *Sonneratia alba* dan 9 spesies yang berasosiasi positif dengan *Sonneratia caseolaris*. Adapun

asosiasi negatif ada 17 spesies Moluska terhadap mangrove *Sonneratia caseolaris*. Berikut Tabel

tipe asosiasi Moluska dan Mangrove Pantai Dondon.

Tabel 6. Tipe asosiasi Moluska dan mangrove Pantai Dondon

Spesies Moluska	Spesies Mangrove Pantai Dondon	
	<i>Sonneratia alba</i>	<i>Sonneratia caseolaris</i>
<i>Batillaria</i> sp.	+	+
<i>Cominella</i> sp.	+	-
<i>Cerithium</i> sp.	+	+
<i>Columbella</i> sp.	+	-
<i>Mitrella</i> sp.	+	-
<i>Conus</i> sp.	+	-
<i>Cyclophorus</i> sp.	+	-
<i>Echinolittorina</i> sp.	+	-
<i>Littoraria</i> sp.	+	+
<i>Littorina</i> sp.	+	+
<i>Urosalpinx</i> sp.	+	+
<i>Nerita</i> sp.	-	-
<i>Polinices</i> sp.	+	-
<i>Sigatica</i> sp.	+	-
<i>Pleurocera</i> sp.	+	-
<i>Cerithidea</i> sp.	+	-
<i>Terebralia</i> sp.	+	+
<i>Strombus</i> sp.	+	+
<i>Phorcus</i> sp.	+	-
<i>Odontocymbiola</i> sp.	+	-
<i>Anadara</i> sp.	+	-
<i>Trachycardium</i> sp.	+	-
<i>Codakia</i> sp.	+	+
<i>Mactra</i> sp.	+	-
<i>Katelysia</i> sp.	+	-

**a. Asosiasi spesies Moluska dengan Mangrove *Sonneratia* sp.**

Berdasarkan data hasil penelitian, spesies Moluska yang menunjukkan nilai adanya asosiasi salah satunya seperti *Battillaria* sp. dimana nilai  $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$  dengan nilai  $166,5 > 40,1$  yang memiliki arti adanya asosiasi (Ludwig & Reynolds, 1998). Spesies *Batillaria* sp. yang ditemukan di Pantai Dondon adalah *Batillaria attramentaria*, *Batillaria australis*, dan *Batillaria minima*. Adapun tipe asosiasi dengan spesies mangrove *Sonneratia alba* adalah positif.

Spesies dari *Batillaria* sp. salah satunya adalah *Batillaria attramentaria* yang ditemukan di Pantai Dondon memiliki ciri morfologi diantaranya mempunyai puncak cangkang lancip, rusuk aksial cangkang memudar pada lingkaran punggung spiral membentuk manik-manik, ukuran panjang tubuh sekitar 1,5 cm, dapat tumbuh hingga mencapai panjang 3,5 cm (Alita *et al.*, 2021). Dalam penelitian lainnya disebutkan jenis *Batillaria* sp. seperti *Batillaria zonalis* ditemukan di ekosistem mangrove alami Pemongkong Pesisir Selatan, Pulau Lombok

(Candri *et al.*, 2020), *Batillaria* sp. seperti *Batillaria sordida* ditemukan berasosiasi dengan *Avicennia lanata* di Desa Pulau Tembako, Kecamatan Mataoleo, Kabupaten Bombana (Masni *et al.*, 2016). Selain itu, *Batillaria* sp. termasuk ke dalam famili Potamididae dimana spesies dari famili Potamididae biasa ditemukan menempel pada akar, batang, dan permukaan substrat mangrove (Masni *et al.*, 2016) sehingga pada penelitian ini, spesies dari Potamididae juga ditemukan berasosiasi dengan mangrove karena spesies dari Potamididae memanfaatkan mangrove sebagai habitatnya. Hampir di seluruh daerah mangrove, spesies Potamididae pasti ditemukan (Masni *et al.*, 2016). Dalam asosiasi alami Teluk Dam, spesies *Batillaria* sp. salah satunya *Batillaria zonalis* mendominasi di mangrove alami, dikelilingi oleh pohon mangrove *Rhizophora* sp. di Teluk Dam, Vietnam bagian Tengah (Zvonareva *et al.*, 2015).

Spesies *Littorina* sp. dari famili Littorinidae paling banyak ditemukan di Pantai Dondon. Spesies ini berasosiasi positif dengan spesies *Sonneratia* sp. dimana nilai  $a > E(a)$

(Ludwig & Reynolds, 1998). Spesies *Littorina* sp. berasosiasi dengan nilai  $17 > 16,4$  dengan spesies *Sonneratia alba* yang menunjukkan asosiasi positif dan dengan spesies *Sonneratia caseolaris*  $14 > 12,3$  yang menunjukkan asosiasi positif. Dalam penelitian Ezraneti et al. (2021), spesies dari famili Littorinidae yakni *Littoraria* sp. dapat digunakan sebagai bioindikator dalam program pemantauan lingkungan pesisir khususnya ekosistem mangrove karena spesies ini memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan dalam program *biomonitoring* (Ezraneti et al., 2021).

Selain *Littorina* sp., spesies lainnya yang berasosiasi positif dengan *Sonneratia alba* adalah *Battilaria* sp. ( $28 > 9,6$ ) dan *Cerithium* sp. ( $9 > 8,6$ ). Hal ini diduga dikarenakan sistem perakaran dari mangrove *Sonneratia* sp. yang mempunyai sistem perakaran akar nafas berbentuk seperti tombak, tumbuh arah vertikal dengan tinggi akar mencapai 30 cm (Idrus, 2014). Akar nafas ini biasa menjadi tempat menempelnya Moluska jenis *Battilaria* sp., *Cerithium* sp., dan spesies Moluska lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa spesies Moluska yang biasa ditemukan menempel pada akar mangrove adalah dari famili Littorinidae (Ayunda, 2011). Kawasan mangrove di Pantai Dondon mempunyai daerah intertidal yang banyak bebatuan dekat daratan dan di sepanjang hutan mangrove didominasi oleh akar-akar mangrove *Sonneratia* sp. yang menjulang seperti tombak runcing. Hal ini sejalan dengan pernyataan bahwa Moluska mempunyai habitat di daerah intertidal berbatu dan menempel di akar mangrove (Nurkhaeroni & Idrus, 2023).

Genus *Cerithium* ini selain berasosiasi dengan mangrove juga berasosiasi dengan terumbu karang karena tersedianya habitat dan makrohabitat di terumbu karang salah satunya seperti spesies *Cerithium litteratum* yang dominan ditemukan sebagai malakofauna di laut Kuba (Espinosa et al., 2023). Dalam penelitian lainnya juga disebutkan Moluska yang biasa ditemukan berasosiasi dengan mangrove salah satunya adalah *Cerithium* sp. biasa ditemukan di substrat berbatu perairan dangkal pada lingkungan intertidal di Panglao, Filipina diantaranya seperti spesies *Cerithium nodulosum* dan *Cerithium echinatum* (Reid et al., 2008).

Moluska yang berasosiasi negatif di Pantai Dondon salah satunya adalah spesies *Nerita* sp. Asosiasi negatif ini ditunjukkan oleh nilai  $a < E(a)$ . Berdasarkan hasil perhitungan asosiasi

Moluska dan spesies mangrove, *Nerita* sp. dengan spesies mangrove *Sonneratia* sp. berasosiasi negatif. Asosiasi ini ditunjukkan dengan nilai  $10 < 10,37$  berasosiasi dengan *Sonneratia alba* dan  $6 < 6,4$  dengan spesies *Sonneratia caseolaris*. Asosiasi negatif terjadi karena kedua spesies tidak ditemukan secara bersama-sama dalam suatu ekosistem (Dasilva et al., 2023). Berdasarkan kegiatan penelitian di lapangan spesies ini tidak ditemukan menempel pada mangrove, namun sebaliknya ditemukan menempel di bebatuan. Selain itu, pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa spesies Gastropoda pengunjung salah satunya dari spesies *Nerita* sp. dimana jenis ini tidak sengaja berhabitat di dalam ekosistem mangrove yang ditunjukkan dengan jumlah individu rendah. Biasanya spesies ini berhabitat di laut yang berbatasan dengan daratan (Ayunda, 2011) sehingga asosiasi yang terjadi antara spesies *Nerita* sp. dengan mangrove dalam penelitian ini menunjukkan asosiasi yang bersifat negatif, kedua spesies tidak ditemukan bersamaan dalam suatu ekosistem (Dasilva et al., 2023).

Spesies *Nerita* sp. salah satunya *Nerita undata* ialah satu dari spesies *Nerita* yang ditemukan dengan pola distribusi acak di ekosistem mangrove Pulau Pusung Cium, Seruway, Aceh Tamiang (Dewiyanti et al., 2021). Pola distribusi acak menunjukkan aktivitas reproduksi akan rendah, keberadaan Moluska (Gastropoda dan Bivalvia) di alam tidak kuat atau lemah (Dewiyanti et al., 2021). Selain itu, keberadaan Gastropoda jenis *Nerita* sp. bergantung pada faktor lingkungan yang berkorelasi secara skematis seperti salinitas dan kondisi air saat kondisi air laut surut di rawa mangrove menjadi faktor yang menyebabkan diversifikasi habitat spesies *Nerita* sp. di Rawa Mangrove, Okinawa, Jepang Selatan (Okuda & Nishihira, 2002).

### Asosiasi spesies Mangrove dan Moluska di Pantai Gerupuk

Moluska di Pantai Gerupuk ditemukan 8 spesies yang berasosiasi positif dan 3 spesies berasosiasi negatif diantaranya 5 spesies asosiasi positif dengan *Avicennia marina* dan *Cerriops tagal*, 7 spesies yang berasosiasi positif dengan *Rhizophora apiculata*, 4 spesies yang berasosiasi positif dengan *Rhizophora mucronata*, 4 spesies berasosiasi positif dengan *Rhizophora stylosa*, dan 3 spesies berasosiasi positif dengan *Sonneratia alba*.

Tabel 7. Tipe asosiasi Moluska dan mangrove Pantai Gerupuk

Spesies Moluska	Spesies Mangrove Pantai Gerupuk					
	<i>Avicennia marina</i>	<i>Ceriops tagal</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophora mucronata</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>	<i>Sonneratia alba</i>
<i>Batillaria</i> sp.	+	+	+	-	-	-
<i>Cerithium</i> sp.	-	+	+	-	-	-
<i>Cyclophorus</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Urosalpinx</i> sp.	+	-	-	+	+	+
<i>Achatina</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Chicoreus</i> sp.	-	-	+	-	-	-
<i>Tritia</i> sp.	-	-	-	+	+	-
<i>Cerithidea</i> sp.	+	+	+	+	-	+
<i>Cerithideopsilla</i> sp.	-	+	+	-	-	-
<i>Pirenella</i> sp.	+	-	-	-	+	-
<i>Terebralia</i> sp.	+	+	+	+	-	+

**a. Asosiasi spesies *Avicennia* sp. dengan spesies Moluska yang ditemukan**

*Terebralia* sp. berasosiasi positif salah satunya dengan spesies *Avicennia marina*. Hasil perhitungan indeks asosiasi menunjukkan nilai  $a > E(a)$  dimana hasil perhitungan asosiasi spesies *Terebralia sulcata* dengan *Avicennia marina*  $1 > 0,8$  artinya berasosiasi positif. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan dimana ditemukan asosiasi tipe positif antara *Terebralia sulcata* dengan *Avicennia marina* (Ilahi et al., 2023). Dalam penelitian Ghasemi et al. (2011) ditemukan Gastropoda salah satunya jenis *Terebralia* sp. yakni *Terebralia palustris* dan dua spesies mangrove yang ditemukan yakni *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronate* tersebar di pesisir timur Laut Oman, Kawasan Lindung, Teluk Goatr, Iran (Ghasemi et al., 2011). Selain itu, spesies *Terebralia* sp. seperti *Terebralia sulcata* terkadang menaiki akar mangrove dan di beberapa daerah dapat berlindung dari predator dengan berhabitat di antara pneumatofor pohon *Avicennia* sp. di Indo-Pasifik Barat bagian Tengah (Reid et al., 2008).

**b. Asosiasi spesies *Ceriops* sp. dengan spesies Moluska yang ditemukan**

Berdasarkan data hasil penelitian, spesies moluska yang berasosiasi positif dengan spesies *Ceriops* sp. diantaranya *Batillaria* sp, *Cerithium* sp., *Urosalpinx* sp., *Cerithidea* sp., *Cerithideopsilla* sp., *Pirenella* sp., dan *Terebralia* sp. Hal ini disebabkan jenis Moluska tersebut selalu ditemukan di kuadran pengamatan yang dibuktikan dengan jumlah individu lebih banyak dibandingkan jumlah spesies Moluska lainnya. Namun, berdasarkan hasil perhitungan ada atau tidaknya asosiasi menunjukkan tidak adanya asosiasi yang terjadi antara *Ceriops* sp. dengan

Moluska. Hal ini disebabkan jenis *Ceriops* sp. hanya ditemukan di satu stasiun. Artinya, Moluska yang berasosiasi positif tersebut hanya karena ditemukan bersamaan dengan *Ceriops* sp. di ekosistem yang sama (Dasilva et al., 2023).

Dalam penelitian Dasilva et al. (2023), spesies Moluska *Assimonia brevicula* berasosiasi positif dengan *Ceriops tagal* di Kawasan Mangrove Pantai Gerupuk, Lombok Tengah (Dasilva et al., 2023). Adapun dalam penelitian Masni et al. (2016) ditemukan 7 spesies Gastropoda epifauna dan 1 spesies Bivalvia epifauna yang berasosiasi dengan spesies mangrove *Ceriops tagal* di Desa Pulau Tembako, Kecamatan Mataoleo, Kabupaten Bombana (Masni et al., 2016). Selain itu, pada penelitian Hasan et al. (2020) ditemukan spesies mangrove *Ceriops tagal* di Zona Bagian Depan (ZBD) bersama 8 jenis mangrove lainnya dan ditemukan 12 jenis Moluska di Zona Bagian Depan (ZBD) di Ekosistem Hutan Mangrove, Gugusan Pulau-Pulau Sidangoli, Kabupaten Halmahera Barat, Provinsi Maluku Utara (Hasan et al., 2020).

**c. Asosiasi spesies *Rhizophora* sp. dengan spesies Moluska yang ditemukan**

Spesies Moluska yang banyak dan mudah ditemukan Pantai Gerupuk adalah spesies *Terebralia sulcata* sehingga lebih banyak jumlahnya setelah spesies *Cerithidea cingulata*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa jenis Gastropoda yang banyak ditemukan adalah *Terebralia sulcata*, *Telescopium* sp., *Littorina scabra*, dan *Cerithium* sp. (Ayunda, 2011). Tingginya jumlah penemuan jenis *Terebralia sulcata* dikarenakan adanya asosiasi spesies Moluska dengan mangrove jenis *Rhizophora* sp. (Ayunda, 2011). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, spesies



*Terebralia* sp. berasosiasi positif dengan spesies mangrove *Rhizophora* sp. Spesies ini ditemukan di lantai hutan mangrove dan menempel pada akar bagian bawah mangrove *Rhizophora* sp. selain itu, spesies *Terebralia sulcata* memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik terhadap lingkungan, dapat berkembangbiak dengan cepat, penyebarannya luas, membantu daur unsur hara hutan mangrove (Zahida & Jati, n.d). Kondisi substrat di Pantai Gerupuk dominan Lumpur Berpasir (LP) juga menjadi tempat yang sangat disukai oleh spesies Moluska *Terebralia sulcata* (Ayunda, 2011). Berdasarkan hasil perhitungan indeks asosiasi dalam penelitian ini, menunjukkan tipe asosiasi positif antara spesies *Terebralia sulcata* dengan mangrove *Rhizophora* sp. dibuktikan dengan hasil  $a > E(a)$ . Asosiasi spesies *Terebralia* sp.  $6 > 5,96$  dengan spesies *Rhizophora apiculata* dan  $2 > 1,7$  dengan spesies *Rhizophora mucronata* sehingga asosiasi yang terjadi adalah tipe asosiasi positif yang artinya kedua spesies ditemukan bersama-sama dalam suatu habitat (Dasilva et al., 2023).

Penelitian keragaman Bivalvia dan Gastropoda yang menghuni akar mangrove dari 180 sampel akar mangrove *Rhizophora* sp. yang digunakan, ditemukan 35 spesies Bivalvia dan 25 spesies Gastropoda di Isla Larga, Teluk Mochima, Venezuela (Acosta Balbas et al., 2014). Selain itu, dalam penelitian lainnya disebutkan bahwa komunitas mangrove (mangrove) sejati menjadi tempat berkumpulnya spesies Moluska sehingga sangat beranekaragam terutama pada zona mangrove yang ditumbuhi spesies mangrove *Rhizophora* sp, *Bruguiera* sp, dan *Avicennia* sp. (Plaziat, 1984; Lozouet & Plaziat, 2008).

Spesies *Cerithidea cingulata* memiliki jumlah individu tertinggi dan menunjukkan asosiasi negatif dengan spesies mangrove *Rhizophora stylosa* di Pantai Gerupuk. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dimana spesies ini tidak berasosiasi positif dengan *Rhizophora stylosa* pada penelitian yang dilakukan di Pantai Cemara dan Bagek Kembar (Ilahi et al., 2023). Pasangan jenis yang mempunyai frekuensi tinggi tidak selamanya akan menunjukkan asosiasi positif tetapi juga dapat berasosiasi negatif. Asosiasi negatif *Cerithidea cingulata* dengan *Rhizophora stylosa* dikarenakan  $a < E(a)$ , berdasarkan hasil perhitungan  $a = 17$  lebih kecil dari  $E(a) = 17,7$  yang artinya kedua spesies cenderung tidak

ditemukan dalam suatu habitat secara bersamaan (Dasilva et al., 2023).

Dalam penelitian lainnya disebutkan bahwa spesies *Cerithidea cingulata* bersama dengan spesies-spesies Moluska diantaranya *Cerithidea quadrata*, *Littorina scabra*, dan *Nerita undata* paling sering ditemukan disetiap lokasi penelitian (4 lokasi) diantaranya Tanjung Luar, Gerupuk, Poton Bakau, dan Teluk Jor dalam penelitian tentang peningkatan populasi Moluska sebagai parameter keberhasilan konservasi mangrove skala lokal di Pantai Selatan Lombok (Al Idrus et al., 2021). Selain itu, dalam penelitian Masni et al. (2016), 12 spesies Gastropoda dan 2 spesies Bivalvia epifauna yang berasosiasi dengan *Rhizophora apiculata* di Desa Pulau Tembako, Kecamatan Mataoleo, Kabupaten Bombana (Masni et al., 2016). Hal ini dikarenakan Moluska epifauna mendapatkan lebih banyak nutrisi dan naungan dari mangrove *Rhizophora apiculata* juga keberadaan dari Moluska terutama Gastropoda ditentukan oleh ada atau tidaknya daerah *feeding ground* oleh akar mangrove, sehingga akibatnya jika akar mangrove sedikit, maka Gastropoda akan bermigrasi (Masni et al., 2016). Dalam penelitian Zvonarefa et al. (2015), asosiasi *Rhizophora* alami Teluk Dam ditemukan 19 spesies Moluska dan 5 diantaranya merupakan spesies *Cerithiidae* sebagai famili Moluska yang paling beragam di Hutan Tanam Bakau, Vietnam bagian Tengah (Zvonarefa et al., 2015).

#### **d. Asosiasi spesies *Sonneratia* sp. dengan spesies Moluska yang ditemukan**

Asosiasi Moluska dengan spesies *Sonneratia* sp. yang berasosiasi positif lebih sedikit dibandingkan asosiasi negatif dengan spesies mangrove *Sonneratia* sp. Adapun spesies yang berasosiasi positif dengan spesies ini diantaranya *Urosalpinx* sp., *Cerithidea* sp., dan *Terebralia* sp. Hasil data tersebut menunjukkan spesies Moluska paling sedikit berasosiasi dengan mangrove *Sonneratia* sp. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa spesies *Sonneratia* sp. berasosiasi negatif dengan beberapa spesies Moluska diantaranya *Isognomon ephippium* berasosiasi negatif dengan *Sonneratia alba* (Putra et al., 2021; Dasilva et al., 2023). Hal ini diduga disebabkan oleh spesies Moluska tidak dapat menempel pada akar nafas yang dimiliki oleh mangrove (Idrus, 2014) sehingga spesies Moluska lebih banyak yang berasosiasi negatif

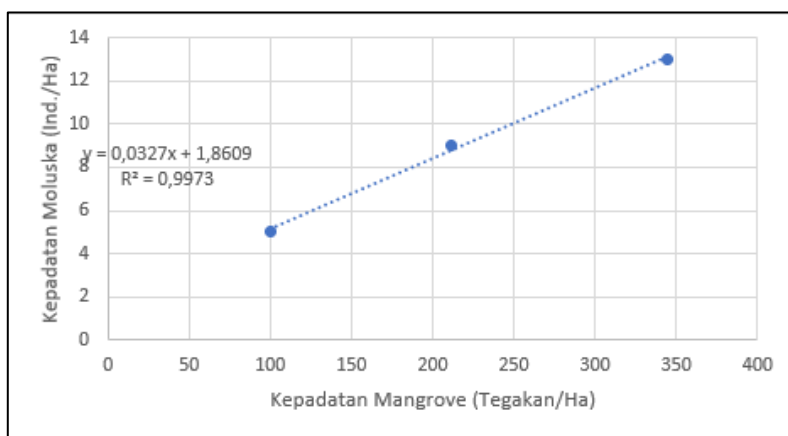
dengan spesies mangrove *Sonneratia* sp. dibandingkan berasosiasi positif (Putra *et al.*, 2021).

Spesies *Terebralia sulcata* merupakan spesies yang sering ditemukan di akar pensil dan akar kerucut (*pneumatophore*) tanaman mangrove *Sonneratia alba* di Hutan Mangrove Segara Batu, Pemongan, Denpasar Bali (Kusuma *et al.*, 2023). Dalam penelitian lainnya disebutkan juga bahwa *Terebralia palustris* bersama 2 spesies Moluska lainnya (*Neritina*

*violacea* dan *Cerithidea cingulata*) biasa ditemukan ditanah dan memanjat pohon saat pasang naik, bergerak cepat ke tempat tertinggi saat pasang dan ke tempat terendah saat surut di Rawa Bakau, India Selatan (Murty, 1977). Saat air pasang gagal membasahi pohon mangrove, maka spesies ini berpindah ke tanah. Selain itu, *Terebralia* sp. dapat dikatakan selalu terlihat lebih mencolok dibandingkan Moluska lainnya disetiap stasiun yang ditumbuhi mangrove (Murty, 1977).

## Korelasi Pearson Moluska dan Mangrove

### a. Pantai Dondon

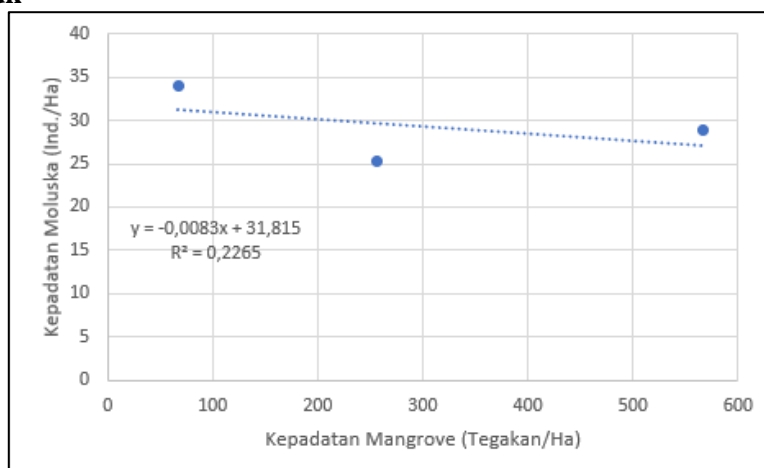


Gambar 4. Grafik Korelasi Moluska dan Mangrove Pantai Dondon

Berdasarkan grafik pada gambar 4 menunjukkan kepadatan mangrove berbanding lurus dengan kepadatan Moluska. Persamaan linear  $y = 0,0327x + 1,8609$  dengan  $r^2 = 0,9973$ , dimana persamaan ini menunjukkan besar kecilnya nilai variabel x akan berbanding lurus dengan variabel y sehingga dapat diartikan bahwa semakin luas kerapatan mangrove maka semakin tinggi kepadatan Moluska. Nilai determinasi  $r^2 = 0,9973$  yang berarti 90% tumbuhan mangrove memberikan pengaruh terhadap keberlangsungan hidup makrozoobenthos yakni Moluska sedangkan 10% kehidupannya dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti faktor fisika dan kimia perairan yang dapat menunjang kehidupannya (Bayudana *et al.*, 2022). Hasil perhitungan uji korelasi menunjukkan nilai 0,99, dimana nilai ini menunjukkan angka diatas 0,80 artinya memiliki korelasi sangat kuat. Hubungan antara mangrove Pantai Dondon dengan Moluska menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus atau linear (Bayudana *et al.*, 2022).

Korelasi antara spesies Moluska dan mangrove menunjukkan hasil analisis nilai  $r = 0,99$  dengan koefisien determinasi  $r^2 = 0,91$  yang menunjukkan hubungan yang kuat antara Moluska dengan mangrove di Ekosistem Mangrove Pesisir Selatan Lombok Timur (Putra *et al.*, 2021). Sejalan dengan hasil penelitian ini, dalam penelitian Prasetia *et al.* (2022) memperoleh hasil kepadatan Moluska dan kerapatan Mangrove hubungan ke-eratannya ditunjukkan dengan nilai  $r^2 = 0,723$ , mendekati 1 dimana terdapat hubungan yang kuat antarvariabel (kepadatan Moluska dan kerapatan mangrove) di Ekosistem Mangrove, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban (Prasetia *et al.*, 2022). Dalam penelitian tentang korelasi lingkungan dengan keberadaan spesies kerang (*Bivalvia*) infauna, uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa tidak adanya satupun faktor fisika-kimia yang berkorelasi signifikan dengan kelimpahan spesies kerang (*Bivalvia*) infauna di Hutan Mangrove, Tok Bali Kelantan, Malaysia (Kassim *et al.*, 2018).

## b. Pantai Gerupuk



Gambar 5. Grafik Korelasi Moluska dan Mangrove Pantai Gerupuk

Berdasarkan grafik pada gambar 5 menunjukkan kerapatan mangrove berbanding terbalik dengan kerapatan Moluska. Persamaan linear  $y = -0,0083x + 31,815$  dengan  $r^2 = 0,2265$ , dimana persamaan ini menunjukkan besar kecilnya nilai variabel  $x$  akan berbanding terbalik dengan variabel  $y$  sehingga dapat diartikan bahwa semakin luas kerapatan mangrove maka semakin rendah kerapatan Moluska. Nilai determinasi  $r^2 = 0,2265$  yang berarti tumbuhan mangrove tidak memberi pengaruh terhadap keberlangsungan hidup makrozoobentos yakni Moluska. Kehidupannya dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti faktor fisika dan kimia perairan yang dapat menunjang kehidupannya (Bayudana *et al.*, 2022). Hasil perhitungan uji korelasi menunjukkan nilai 0,2265, dimana nilai ini berada dalam rentang (0,20 – 0,399) menunjukkan angka diatas 0,20 dan dibawah 0,399, artinya memiliki korelasi lemah (Sugiyono, 2018). Hubungan antara mangrove Pantai Gerupuk dengan Moluska menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik.

Dalam penelitian lainnya berdasarkan analisis data korelasi Pearson menunjukkan nilai  $r$  dalam rentang (-0,33) – 0,15 yang memiliki arti bahwa terdapat hubungan yang cenderung lemah antara kelimpahan Gastropoda dan mangrove di setiap stasiun Ekosistem Hutan Mangrove Pantai Payum, Merauke (Merly *et al.*, 2022). Selain itu, korelasi keanekaragaman dengan faktor lingkungan dalam penelitian lainnya menunjukkan hasil koefisien korelasi ( $r$ ) positif antara indeks keanekaragaman dan parameter lingkungan fisika-kimia di dalam penelitian Pengaruh Parameter Lingkungan terhadap Distribusi dan Keanekaragaman Moluska di

Hutan Mangrove Pondicherry, Pantai India Tenggara (Satheeshkumar & Khan, 2012).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan baik di Pantai Dondon dan Pantai Gerupuk dapat disimpulkan bahwa Kerapatan jenis mangrove tegakan pohon di Pantai Dondon termasuk tinggi dengan Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) mencapai 0,67 termasuk rendah sedangkan di Pantai Gerupuk kerapatan tertinggi pada tegakan pancang dan semai dengan Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) bernilai 1,47 termasuk sedang. Moluska yang ditemukan di Pantai Dondon terdapat lebih banyak ditemukan dibandingkan di Pantai Gerupuk. Rentang Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dan indeks keseragaman moluska di Pantai Dondon tergolong tinggi dibandingkan dengan Pantai Gerupuk. Adapun rentang indeks dominansi Pantai Dondon lebih rendah dibandingkan Pantai Gerupuk. Tipe asosiasi moluska diantaranya 25 asosiasi positif dan 17 asosiasi negatif di Pantai Dondon sedangkan di Pantai Gerupuk 8 spesies moluska asosiasi positif dan 3 spesies moluska asosiasi negatif dengan mangrove di Pantai Gerupuk.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih tak terhingga kepada Universitas Mataram yang telah menjadi instansi terbaik bagi penulis dalam mengemban pendidikan, memperluas wawasan, wadah penambah pengalaman terutama dibidang penelitian yang akan dilakukan dan telah diselesaikan penulis hingga ditahap penulisan

artikel ini yang menjadi salah satu tugas akhir tepatnya tahap penyusunan dan publikasi artikel penelitian.

## Referensi

- Acosta Balbas, V., Betancourt Tineo, R., & Prieto Arcas, A. (2014). Community structure of bivalves and gastropods in roots of red mangrove *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) in isla Larga, Mochima Bay, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 62(2), 551-565.
- Bayudana, B. C., Riyantini, I., Sunarto, S., & Zallesa, S. (2022). Asosiasi dan Korelasi Makrozoobentos dengan Kondisi Ekosistem Mangrove di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Buletin Oseanografi Marina*, 11(3), 271-281.
- Dasilva, J. I. (2023). Keanekaragaman Moluska yang Berasosiasi dengan Mangrove di Pesisir Pantai Gerupuk Lombok Tengah tahun 2023. *Jurnal Biologi Tropis* 23(4), 9 – 18.
- Espinosa, J., & González-Ferrer, S. (2023). Current State of Knowledge of Reef Mollusks in Cuba. *Coral Reefs of Cuba*, 185-198.
- Fatonah, C. N., Ningtias, R. A., Pertiwi, M. P., & Rostikawati, R. T. (2023). Species Diversity of Bivalves and Gastropods at the Tanjung Rising Coastal, Bangka Belitung Island. *Jurnal Ilmu Dasar*, 24(1), 57-64.
- Ghasemi, S., Zakaria, M., & Mola Hoveizeh, N. (2011). Abundance of molluscs (Gastropods) at mangrove forests of Iran. *Journal of American Science*, 7(1), 660-669.
- Ginantra, I. K., & Sundra, I. K. (2023). Mollusks diversity to support mangrove tourism attractions in the mangrove forest of Nusa Lembongan, Bali, Indonesia. *International Journal of Science and Research Archive*, 10(2), 578-589.
- Hasanah, H., Ramdani, A., & Syukur, A. (2023). Struktur Komunitas Gastropoda pada Kawasan Mangrove Pantai Gerupuk Lombok Tengah: Community Structure Of Gastropods in The Mangrove Area Of Gerupuk Beach Central Lombok. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 9(1), 44-59.
- Ilahi, W. B., Muhlis, M., & Syukur, A. (2023). Macrofauna Diversity Associated with Mangrove Roots in West Lombok Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 80-92.
- Keerthana, M., Arisekar, U., Kingston, S. D., & Sudhan, C. (2023). Malacofaunal diversity (Gastropods and Bivalves) along the mangrove forest area of the Gulf of Mannar marine biosphere region, South India. *Regional Studies in Marine Science*, 67, 103201.
- Little, C., & Stirling, P. (1984). Activation of a mangrove snail, *Littorina scabra scabra* (L.)(Gastropoda:Prosobranchia). *Marine and Freshwater Research*, 35(5), 607-610.
- Lozouet, P., & Plaziat, J. C. (2008). Mangrove environments and molluscs. *Conchbooks, Hackenheim*.
- Mirza, N. N., & Nashaat, M. R. (2019). Abundance, diversity and distribution of Mollusca in the Gharaf River, Southern Iraq. *Iraqi Journal of Science*, 469-485.
- Murty, A. S., & Rao, M. B. (1977). Studies on the ecology of Mollusca in a South Indian mangrove swamp. *Journal of Molluscan Studies*, 43(3), 223-229.
- Nadaa, M. S., Taufiq-Spj, N., & Redjeki, S. (2021). Kondisi Makrozoobentos (Gastropoda dan Bivalvia) pada Ekosistem Mangrove, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1), 33-41.
- Nurkhaeroni, U., & Al Idrus, A. (2023). Evidence of Successful Mangrove Conservation *Avicennia marina* Viewing from Bivalves Diversity in Central Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 1-11.
- Paspania, K., Syukur, A., & Santoso, D. (2023). Macrofauna Diversity of Molluscs (Gastropoda and Polycypoda) Associated with Mangrove in the Coastal Area of South Cemara Sheet Beach, West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 197-207.
- Pepito, L. B., & Cabili, T. M. (2023). Mollusk Species Diversity in Mangrove Ecosystems of Northern Samar: Basis in the Design of Mangrove Rehabilitation Programs. *Journal of Coastal Life Medicine*, 11, 750-765.
- Plaimo, P. E., Wabang, I. L., & Dollu, E. A. (2023). Keragaman Mangrove dan Asosiasi Bivalvia di Lokasi Titian

- Mangrove Desa Aimoli sebagai Informasi kepada Pengunjung Wisata untuk Menunjang Nilai Edukasi terhadap Konservasi dan Ekowisata. *Geography: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 11(1), 97-109.
- Priyono, D. S., Subiastuti, A. S., & Rabbani, A. (2023). *Masa Depan Biodiversitas Indonesia di Era Metaverse*. Ponorogo: Uwais inspirasi indonesia.
- Reid, D. G., Dyal, P., Lozouet, P., Glaubrecht, M., & Williams, S. T. (2008). Mudwhelks and mangroves: the evolutionary history of an ecological association (Gastropoda: Potamididae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 47(2), 680-699.
- Ren, H., Jian, S., Lu, H., Zhang, Q., Shen, W., Han, W., & Guo, Q. (2008). Restoration of mangrove plantations and colonisation by native species in Leizhou bay, South China. *Ecological Research*, 23(2), 401-407.
- Riska, J. A. T., Syukur, A., & Zulkifli, L. (2023). Association Between Mangrove Types and Some Mangrove Crab Species in West Lombok Sheet Mangrove Ecosystem. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5610-5619.
- Rosyidi, M. A., & Al Idrus, A. (2023). Development of Mangrove Revegetation in Increasing the Availability of Food Materials from the Existence of Association Biota in Central Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 1-8.
- Sahilla, D., Susiana, S., Kurniawan, D., Karyawati, K., & Rochmady, R. (2023). Gastropod community structure in the water of Terkulai Island Tanjungpinang City. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 7(2), 131-137.
- Satheeshkumar, P., & Khan, A. B. (2012). Influence of environmental parameters on the distribution and diversity of molluscan composition in Pondicherry mangroves, southeast coast of India. *Ocean Science Journal*, 47, 61-71.
- Syukur, A., Al Idrus, A., Japa, L., & Syachruddin, A. R. (2022). *Ekowisata Mangrove dan Pedoman Pemanfaatannya Sebagai Laboratorium Alam*. Malang: Madza Media.
- Tahir, I., Mantiri, D. M., Rumengan, A. P., Muhammad, A., Ismail, F., Paembonan, R. E., & Harahap, Z. A. (2023). Simpanan karbon sedimen di bawah tegakan spesies mangrove alami dan mangrove rehabilitasi. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 6(1).
- Zvonareva, S., Kantor, Y., Li, X., & Britayev, T. (2015). Long-term monitoring of Gastropoda (Mollusca) fauna in planted mangroves in central Vietnam. *Zoological studies*, 54, 1-16.