

Kondisi Makrozoobentos Kaitannya dengan Ekosistem Mangrove di Kawasan Mangrove Estuari Perancak, Jembrana, Bali

Sindi Krisanti Purba*, Gede Suya Indrawan, Yulianto Suteja

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana
Jl. Kampus Bukit Jimbaran 80361 Bali, Indonesia
Email: sindikrisantipurba10@gmail.com

Abstrak

Ekosistem mangrove memainkan peran penting dalam mendukung kehidupan akuatik, sebagai sumber makanan, tempat pembesaran dan tempat pemijahan bagi berbagai organisme akuatik. Kondisi lingkungan mangrove sangat memengaruhi keberadaan biota perairan, terutama makrozoobentos. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelimpahan makrozoobentos, kondisi kerapatan mangrove, serta hubungan parameter lingkungan dan kerapatan mangrove dengan kelimpahan makrozoobentos menggunakan pendekatan *Principal Component Analysis* (PCA). Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 di ekosistem mangrove Perancak, Jembrana, Bali dengan pengambilan sampel di tiga jenis habitat mangrove: mangrove alami, restorasi, dan campuran. Data mangrove dikumpulkan menggunakan transek berukuran 10x10m², adapun pengambilan data makrozoobentos menggunakan transek 1x1m². Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan suhu berkisar antara 28,67-30,87°C, pH 6,25-6,45, salinitas 27,78-30,89‰, oksigen terlarut 2,15-2,81 mg/L dan kadar nitrat 0,49-0,97 mg/L. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi kualitas air pada lokasi penelitian dalam kondisi baik dan mendukung pertumbuhan makrozoobentos. Selain itu, tekstur sedimen didominasi oleh substrat lempung liat berdebu. Makrozoobentos yang ditemukan terdiri dari 15 spesies dari 10 famili dan 3 kelas yaitu Gastropoda, Polychaeta, dan Malacostraca. Kelimpahan makrozoobentos berkisar antara 12,87-16,3ind/m², sedangkan kerapatan mangrove berada pada kategori sangat padat dengan nilai antara 2300-3566 ind/ha. Indeks keanekaragaman 1,52-2,31, indeks keseragaman 0,78-0,9, dan indeks dominansi 0,12-0,29. Nilai indeks ekologi ini menunjukkan bahwa makrozoobentos berada dalam kondisi seimbang. Berdasarkan hasil analisis PCA, kelimpahan memiliki korelasi positif dengan variabel kerapatan mangrove, suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH.

Kata kunci: Perancak, Makrozoobentos, Mangrove, PCA

Abstract

The Condition of Macrozoobenthos in the Relation to the Mangrove Ecosystem in Mangrove Area of the Perancak Estuary, Jembrana, Bali

Mangrove ecosystems are important in supporting aquatic life by serving as a food source, rearing ground, and spawning area for various organisms. The environmental conditions of mangroves significantly affect the presence of aquatic biota, especially macrozoobenthos. This study was conducted to determine the abundance of macrozoobenthos, assess mangrove density conditions, and explore the relationship between environmental parameters and mangrove density concerning macrozoobenthos abundance using the Principal Component Analysis (PCA) approach. The research was carried out in October 2023 in the Perancak mangrove ecosystem in Jembrana, Bali, sampling three types of mangrove habitats: natural, restored, and mixed mangroves. Mangrove data were collected using 10x10 m² transects, while macrozoobenthos data were gathered using 1x1 m² transects. Water quality measurements revealed temperatures ranging 28.67-30.87 °C, pH 6.25-6.45, salinity 27.78-30.89‰, dissolved oxygen (DO) 2.15-2.81 mg/L, and nitrate levels ranging 0.49-0.97 mg/L. These values indicate that the water quality at the study site is conducive to the growth of macrozoobenthos. Additionally, the sediment texture is dominated by a dusty clay loam substrate. The macrozoobenthos collected included 15 species from 10 families across three classes: Gastropoda, Polychaeta, and Malacostraca. The abundance of macrozoobenthos ranged from 12.87 to 16.3 ind/m², while mangrove density was classified as

very dense, with values 2,300-3,566 ind/ha. The diversity index 1.52-2.31, the uniformity index 0.78-0.90, and the dominance index 0.12- 0.29, indicating that the macrozoobenthos populations are in a balanced condition. According to the PCA analysis, macrozoobenthos abundance has a positive correlation with mangrove density, temperature, dissolved oxygen (DO), and pH.

Keywords: Perancak, Macrozoobenthos, Mangrove, PCA

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan kesatuan vegetasi mangrove, hewan dan ekosistem lain yang saling berasosiasi satu sama lain dengan lingkungannya (Prihadi *et al.*, 2018). Ekosistem mangrove memiliki produktivitas tinggi yang mendukung lingkungan sekitarnya (Schaduw, 2018) dan kaya akan unsur hara, sehingga menjadi ekosistem yang sangat produktif dengan nilai ekologi dan sosial ekonomi (Collins *et al.*, 2017; Richards & Friess, 2016). Menurut Kariada & Irsadi (2014) secara ekologi, ekosistem ini berperan sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), pemijahan (*spawning ground*), dan tempat pembersaran bagi berbagai jenis fauna akuatik (*nursery ground*). Fungsi sosial ekonomi mangrove meliputi penyediaan produk barang dan jasa bagi kehidupan manusia serta pencegahan degradasi lingkungan (Riungu *et al.*, 2022). Salah satu biota yang berasosiasi dan sangat bergantung pada ekosistem mangrove adalah makrozoobentos.

Sastra *et al.* (2022) menyatakan bahwa makrozoobentos merupakan organisme akuatik yang memiliki ukuran relatif besar yaitu lebih dari 1mm. Organisme ini dapat hidup menempel pada pohon, daun, dan akar mangrove (*treefauna*), melata (*epifauna*), dan hidup di dalam sedimen substrat (*infauna*) (Pelealu *et al.*, 2018). Makrozoobentos berperan penting dalam ekosistem sebagai detritivor, memanfaatkan detritus dari serasah mangrove yang terdekomposisi di perairan, yang selanjutnya dimanfaatkan makrozoobentos sebagai dekompositor awal (Manalu *et al.*, 2022). Sebaliknya, mangrove memberikan kontribusi melalui serasah mangrove yang jatuh ke permukaan tanah (Widhitama *et al.*, 2016). Selain itu, makrozoobentos memiliki pergerakan yang relatif lambat dan sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungannya sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator (Noviyanti *et al.*, 2019; Songyao *et al.*, 2014). Hutan mangrove terletak pada zona intertidal, yang mengakibatkan interaksi antara sifat biologis dan fisik yang terjadi menjadi sangat kompleks dan dinamis. Hal ini berpengaruh

terhadap kondisi lingkungan yang menjadi salah satu faktor pembatas bagi kehidupan biota dan pertumbuhan mangrove pada ekosistem ini (Madyowati & Kusyairi, 2020).

Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki ekosistem mangrove adalah kawasan mangrove Estuari Perancak, Jembrana Bali. Hutan Mangrove ini memiliki area yang sangat luas mencapai 120 hektar sebelum mengalami alih fungsi lahan (Proisy *et al.*, 2018). Mangrove di Perancak tumbuh secara alami (mangrove alami) di sekitar estuari dan juga ditanaman oleh masyarakat sebagai bagian dari restorasi pada lahan bekas tambak (mangrove restorasi) (Sidik *et al.*, 2018). Di beberapa lokasi, mangrove alami bercampur dengan mangrove restorasi, sehingga menciptakan ekosistem campuran (mangrove campuran). Namun, kegiatan alih fungsi lahan tentu berdampak pada kondisi mangrove dan berbagai ekosistem yang hidup berasosiasi dengan mangrove, termasuk makrozoobentos yang sebagian besar hidup di ekosistem mangrove (Kresnasari *et al.*, 2022).

Penelitian terkait makrozoobentos sudah pernah dilakukan di beberapa wilayah di Bali seperti di kawasan perairan Sanur (Indrawan *et al.*, 2016; Sholihah *et al.*, 2020; Wijana *et al.*, 2019). Lebih lanjut di kawasan Perancak Janaguna *et al.* (2023) tentang keanekaragaman makrozoobentos dan karbon pada sedimen di kawasan mangrove Nusa Lembongan dan Estuari Perancak. Namun penelitian tersebut tidak mempertimbangkan kategori dari mangrove alami, restorasi dan campuran sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkaji makrozoobentos pada tiga ekosistem mangrove di kawasan Perancak Jembrana, Bali. Diharapkan data terkait kondisi makrozoobentos pada ketiga kategori mangrove ini dapat dijadikan sebagai strategi konservasi dan pengelolaan ekosistem mangrove yang berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Pengambilan seluruh sampel dilakukan pada Oktober 2023 bertempat di Kawasan Mangrove Estuari Perancak (Gambar 1). Penentuan titik

sampling dilakukan menggunakan purposive sampling dengan rincian Stasiun I berada di kawasan mangrove alami, Stasiun II berada di area mangrove restorasi, dan stasiun terakhir Stasiun III berada di kawasan mangrove campuran. Pada tiap stasiun pengamatan ditentukan 3 titik pengambilan sampel yang mewakili habitat mangrove.

Pengambilan Data dan Identifikasi Mangrove dan Makrozoobentos Makrozoobentos

Pengamatan mangrove dilakukan pada transek berukuran $10 \times 10 \text{ m}^2$ dan identifikasi dilakukan secara langsung di lapangan. Sampel makrozoobentos diambil pada transek berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$. Sampel makrozoobentos dibagi menjadi dua yaitu makrozoobentos di permukaan sedimen (epifauna) dan di bawah substrat (infauna). Pengambilan sampel dilakukan pada saat surut terendah, untuk makrozoobentos di permukaan substrat diambil menggunakan tangan (*hand collecting*) dan untuk makrozoobentos di dalam sedimen diambil menggunakan bantuan sekop (Natania *et al.*, 2017). Sampel makrozoobentos yang didapat kemudian dipisahkan dari substrat menggunakan saringan dengan mesh size 1,0 mm. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam plastik zip lock yang berisi alkohol 70% sebagai pengawet dan diberi label. Sampel makrozoobentos dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi berdasarkan (Dharma, 1998; Robin, 2008) dan bantuan website *World Register of Marine Species* (Worms). Sampel diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi sampel dan di dokumentasi menggunakan kamera

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan mengikuti titik pengambilan data mangrove dan makrozoobentos. Pengukuran parameter perairan dilakukan secara *in situ* (pengukuran langsung di lapangan) dan *ex situ* (analisis laboratorium). Parameter yang diamati secara *in situ* yaitu pH, suhu, dan salinitas, sedangkan untuk parameter yang diamati secara *ex situ* adalah nitrat, dan DO yang diambil dari air di substrat lalu dimasukkan ke dalam cool box dan akan dianalisis di Laboratorium Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Substrat pada lokasi penelitian diambil pada setiap titik pengamatan, dan dilakukan analisis di Laboratorium Tanah Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

Analisa data

Kelimpahan makrozoobentos jumlah

individu tiap spesies yang terambil dalam satu area pengamatan, yang dihitung dengan menggunakan persamaan Odum (1993) sebagai berikut:

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

Keterangan : D_i adalah kelimpahan jenis (ind/m^2), ni adalah jumlah individu yang ditemukan (ind), dan A adalah luas area pengamatan (m^2).

Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi

Keanekaragaman makrozoobentos dihitung berdasarkan (Odum, 1993):

$$H' = -\sum \left(\frac{ni}{N} \right) \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

H' adalah indeks keanekaragaman spesies, ni jumlah individu yang ditemukan, dan N adalah jumlah total individu pada seluruh lokasi pengamatan. Kriteria indeks keanekaragaman yaitu nilai $H' < 1$ = indeks keanekaragaman dikategorikan rendah, $1 \leq H' \leq 3$ = indeks keanekaragaman termasuk kategori sedang, dan nilai $H' > 3$ termasuk dalam kategori tinggi.

Indeks keseragaman merupakan keseimbangan komposisi penyebaran individu tiap spesies dalam satu komunitas. Keseragaman makrozoobentos dihitung dengan rumus (Odum, 1993):

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

E adalah indeks keseragaman, H' adalah indeks keanekaragaman, dan S adalah jumlah spesies. Kriteria indeks keseragaman yaitu $E < 0,4$ dikategorikan rendah, $0,4 < E < 0,6$ dikategorikan sedang dan nilai $E > 0,6$ dikategorikan tinggi.

Indeks dominansi merupakan spesies yang mendominasi dalam komunitas atau spesies yang paling dominan ditemukan dan dihitung dengan rumus dominansi Simpson (Odum, 1993):

$$C = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

C adalah indeks dominansi, ni adalah jumlah individu spesies ke- i , N adalah jumlah individu semua spesies. Dengan kategori apabila nilai C

mendekati 0 maka hampir tidak ada yang mendominasi, sedangkan nilai C mendekati 1 berarti ada individu yang mendominasi populasi.

Kerapatan Mangrove

Kerapatan jenis mangrove merupakan perbandingan jumlah tegakan jenis ke-i dan luas area total pengambilan yang dihitung dengan rumus berikut:

$$D = \frac{Ni}{A}$$

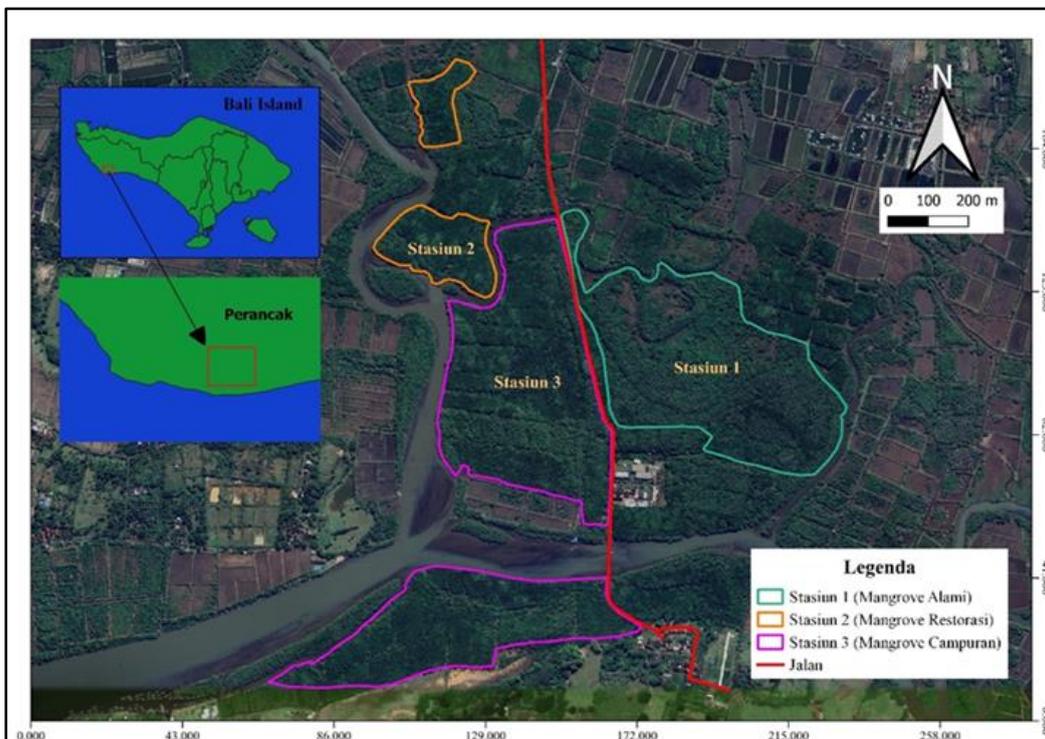
D adalah kerapatan mangrove (ind/ha), Ni jumlah tegakan dari setiap jenis mangrove, dan A luasan area total pengambilan data (ha). Kriteria baku kerusakan mangrove yang dikeluarkan dalam Kepmen LH No. 20 tahun 2014 sebagai berikut: < 1000 kerapatan jarang, > 1000 - < 1500 kerapatan sedang, dan > 1500 kerapatan sangat padat.

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis komponen utama (PCA) dengan menggunakan bantuan software XLSTAT 2021. Analisis ini menampilkan data dengan format grafik dan informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data. Matriks data terdiri dari stasiun penelitian (baris) dan parameter lingkungan

yang berbentuk kuantitatif (kolom). Tujuan dilakukannya analisis dengan metode ini adalah untuk mengetahui faktor yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kelimpahan makrozoobentos.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estuari perancak terletak di Kabupaten Jembrana dengan luas sekitar 755 hektar dan memiliki mangrove seluas 125 hektar yang terletak di hutan mangrove maupun lahan bekas tambak (Proisy *et al.*, 2018). Hutan mangrove Perancak, Jembrana Bali terdiri dari mangrove yang tumbuh secara alami (alami), ditanaman oleh masyarakat hasil program penanaman mangrove (restorasi), dan di beberapa lokasi terdapat percampuran mangrove alami dan restorasi (campuran) (Sidik *et al.*, 2018). Peta persebaran mangrove di sekitar kantor Balai Riset dan Observasi Laut menunjukkan bahwa mangrove campuran membentang dari pinggir jalan hingga ke area yang lebih tertutup. Mangrove alami didominasi oleh jenis *Avicennia sp.* dan *Sonneratia alba*. Sementara mangrove restorasi didominasi oleh *Rhizophora sp.*, yang ditanam pertama kali pada tahun 2004 (Sidik *et al.*, 2021). Secara fisik, hutan mangrove alami berada dekat dengan muara, sedangkan mangrove restorasi lebih tertutup dan cukup jauh dari sungai (Yunanto *et al.*, 2021).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Jenis dan Kelimpahan Makrozoobentos

Jenis makrozoobentos yang ditemukan pada lokasi penelitian terdiri dari 15 jenis dari 3 kelas yaitu kelas Gastropoda, Crustacea dan Polychaeta, yang tergolong dalam 11 famili (Tabel 1). Jenis makrozoobentos yang paling banyak ditemukan pada ketiga stasiun adalah *Cassidula nucleus*. Banyaknya jumlah *C. nucleus* diduga karena karakteristik dari ketiga stasiun mendukung untuk kehidupan gastropoda jenis ini. Menurut Chusna *et al.* (2017) gastropoda jenis ini cenderung hidup pada substrat yang kering atau tidak tergenang air. Hal ini sesuai dengan kondisi substrat pada lokasi

penelitian, dimana substrat cenderung kering dan tidak tergenang oleh air. Jenis makrozoobentos paling sedikit ditemukan pada lokasi penelitian yakni dari kelas polychaeta. Hal ini diduga diakibatkan ketidaksesuaian substrat pada ketiga lokasi. Dimana pada penelitian Azham *et al.* (2016) makrozoobentos dari kelas polychaeta ini memiliki persentase komposisi yang cukup tinggi dikarenakan substrat pada lokasi penelitian sesuai dengan habitat dari kelas ini yaitu substrat pasir berlumpur. Hal ini tidak sesuai dengan kondisi substrat pada lokasi pengamatan, dimana substrat pada lokasi penelitian didominasi oleh substrat berlempung.

Tabel 1. Jumlah (individu/stasiun) dan Jenis Makrozoobentos di tiga Ekosistem Mangrove yang berbeda di Perancak, Bali

Famili/Spesies	Jumlah individu pada Stasiun			Jumlah (individu)
	Alami	Restorasi	Campuran	
Ellobiidae				
<i>Cassidula nucleus</i>	110	58	46	214
<i>Cassidula aurisfelis</i>	43	0	0	43
Potamididae				
<i>Telescopium telescopium</i>	6	0	8	14
<i>Terebralia sulcata</i>	0	56	15	71
Cerithiidae				
<i>Cerithidea cingulata</i>	0	21	30	51
Neritidae				
<i>Nerita costata</i>	16	8	6	30
Muricidae				
<i>Chicoreus capucinus</i>	0	0	12	12
Ocypodidae				
<i>Uca triangularis</i>	0	23	31	54
<i>Uca sp.</i>	31	0	38	69
Sesarmidae				
<i>Perisesarma sp.</i>	25	25	24	74
<i>Episesarma sp.</i>	0	0	14	14
Macrophtalmidae				
<i>Macrophtalmus sp.</i>	0	0	16	16
Capitellidae				
<i>Capitella sp.</i>	4	0	0	4
Nereidae				
<i>Nereis sp.</i>	0	2	3	5
Lumbricidae				
<i>Lumbricus rubellus</i>	0	0	2	2

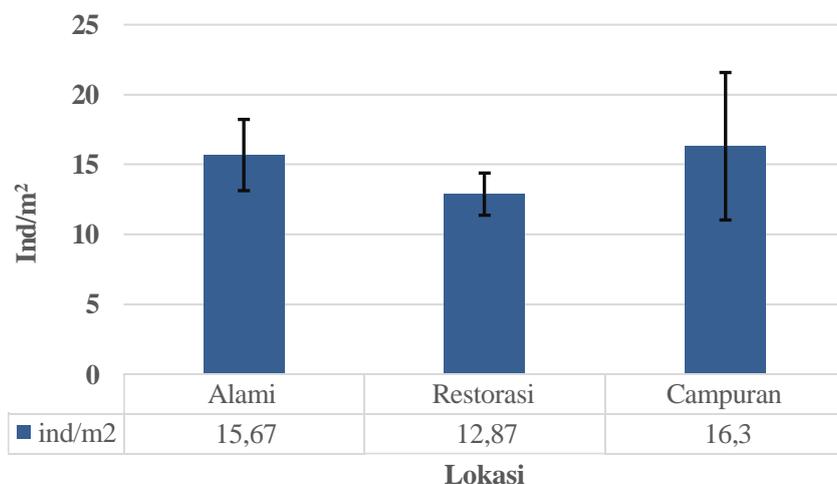
Kelimpahan makrozoobentos berkisar antara 12,87 ind/m²–16,3 ind/m² (Gambar 2). Kelimpahan tertinggi terdapat pada ekosistem mangrove campuran dengan nilai sebesar 16,3 ind/m². Hal ini diduga karena kerapatan mangrove yang padat, dimana kerapatan mangrove yang padat dapat menyediakan habitat serta tempat pemijahan bagi berbagai organisme untuk berkembang biak, dan mencari makanan (Abubakar *et al.* 2021; Putra *et al.* 2019). Hutan mangrove yang tebal dan rapat akan menghasilkan serasah mangrove yang banyak, sehingga akan semakin banyak pula detritus dan unsur hara yang akan terbentuk. Detritus itu sendiri merupakan sumber makanan bagi makrozoobentos, sehingga pada akhirnya akan banyak organisme benthos yang mendiami ekosistem tersebut (Arfan *et al.*, 2023). Rendahnya kelimpahan di stasiun restorasi diduga terkait dengan kondisi kerapatan yang lebih rendah dibandingkan kedua stasiun lainnya. Dimana kerapatan mempengaruhi kelimpahan dan distribusi makrozoobentos, terutama saat ada pemicu stres lingkungan (Ellis *et al.*, 2004). Selain itu berkurangnya populasi mangrove juga dapat mengurangi perlindungan makrozoobentos dari predator, dampak pasang surut, dan serta meningkatkan sedimentasi (Hilmi *et al.*, 2022).

Indeks Keaneekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

Nilai indeks keaneekaragaman, keseragaman dan dominansi disajikan pada Tabel 3. Hasil Indeks keaneekaragaman pada ketiga stasiun menurut kategori Odum (1993) masuk dalam kategori sedang atau normal. Kategori

keaneekaragaman sesuai dengan hasil penelitian Janaguna (2023) terkait keaneekaragaman makrozoobentos di kawasan mangrove Perancak pada tahun 2022, yang mendapatkan nilai indeks keaneekaragaman pada kategori sedang. Indeks keaneekaragaman sedang menunjukkan bahwa adanya keseimbangan kondisi ekosistem terhadap tekanan ekologis (Madyowati & Kusyairi, 2020). Nilai indeks keseragaman makrozoobentos di Kawasan mangrove estuari Perancak berkisar 0,78-0,9. Sesuai dengan indeks keaneekaragaman menurut Odum (1993), bahwa nilai-nilai ini termasuk dalam kategori sedang dengan nilai mendekati 1. Hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan semua jenis yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki persebaran yang merata, tidak ada yang mendominasi dan memiliki kondisi yang sama (Putri *et al.*, 2021). Pernyataan ini juga didukung oleh Gravina *et al.* (2020) yang mana jika keseragaman nilai indeks sama dengan satu, maka distribusi individu antar spesies cukup merata. Jika mendekati 0, ada kelompok spesies tertentu yang jumlahnya relatif lebih banyak dari spesies lain.

Indeks dominansi makrozoobentos menunjukkan ada atau tidaknya spesies tertentu yang mendominasi suatu komunitas. Nilai Indeks dominansi yang didapat di Kawasan mangrove estuari Perancak pada ketiga stasiun termasuk dalam kategori rendah, menunjukkan tidak adanya dominansi dari salah satu jenis makrozoobentos pada lokasi penelitian (Farid *et al.*, 2023). Berdasarkan pernyataan tersebut, maka kondisi komunitas makrozoobentos pada lokasi penelitian tergolong seimbang dengan persebaran yang cukup merata pada setiap stasiunnya.



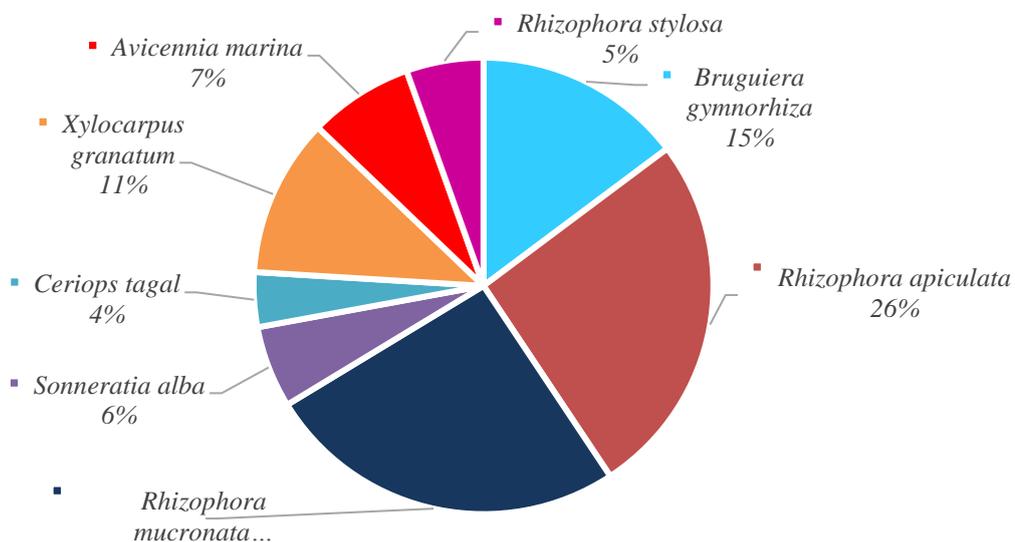
Gambar 2. Kelimpahan Makrozoobentos di tiga ekosistem mangrove yang berbeda di Pernacak, Bali

Tabel 2. Kerapatan Mangrove pada 3 Ekosistem Mangrove yang berbeda di Kawasan Mangrove Perancak, Bali

Titik Sampling	Kerapatan (ind/ha)	Kriteria (Kepmen LH No. 201 tahun 2004)
Mangrove alami	3566 ± 57,74	Sangat Padat (Baik)
Mangrove restorasi	2300 ± 781,02	Sangat Padat (Baik)
Mangrove campuran	2733 ± 1357,69	Sangat Padat (Baik)

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi

Stasiun	Keanekaragaman	Kategori	Keseragaman	Kategori	Dominansi	Kategori
Alami	1,52	Sedang	0,78	Tinggi	0,29	Rendah
Restorasi	1,66	Sedang	0,85	Tinggi	0,22	Rendah
Campuran	2,31	Sedang	0,9	Tinggi	0,12	Rendah

**Gambar 3.** Komposisi Mangrove di Kawasan Mangrove Perancak, Bali

Komposisi dan Kerapatan Mangrove

Jenis mangrove yang ditemukan pada lokasi penelitian terdiri dari 6 genus dan 8 jenis. Pada mangrove alami ditemukan 6 species yaitu, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum*, *Sonneratia alba*, dan *Ceriops tagal*. Pada mangrove restorasi ditemukan 5 jenis mangrove yaitu, *B. gymnorrhiza*, *R. apiculata*, *R. mucronata*, *Avicennia marina*, dan *C. tagal*. Sedangkan pada mangrove campuran ditemukan 7 jenis mangrove yaitu, *B. gymnorrhiza*, *R. apiculata*, *R. mucronata*, *X. granatum*, *S. alba*, *C. tagal*, dan *A. marina*. Hasil penelitian menunjukkan genus *Rhizophora* ditemukan hampir di seluruh stasiun. Komposisi

jenis mangrove di Kawasan Mangrove Estuari Perancak disajikan dalam Gambar 3.

Jenis mangrove paling tinggi pada studi ini adalah *R. mucronata* dan *R. apiculata*, karena memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan seperti substrat dan memiliki penyebaran biji yang sangat luas (Usman *et al.*, 2013). Jenis mangrove terendah pada penelitian ini adalah *C. tagal*. Hal ini diduga karena kondisi habitat yang kurang mendukung pertumbuhan mangrove jenis ini. Mangrove jenis *C. tagal* umumnya tumbuh pada habitat yang masih tergenang pasang surut dan memiliki sistem drainase yang baik (Rusila *et al.*, 2006). Sedangkan substrat pada lokasi penelitian

didominasi oleh lempung liat dan lokasinya jauh dari laut sehingga tidak tergenang pasang surut air laut.

Berdasarkan hasil kerapatan pada Kawasan mangrove estuari Perancak pada mangrove alami adalah 3567 ind/ha, pada mangrove restorasi 2300 ind/ha, dan pada mangrove campuran 2733 ind/ha (Tabel 2). Berdasarkan kriteria baku kerusakan mangrove sesuai Menteri Lingkungan Hidup (2004) nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat padat. Tingginya kerapatan diduga karena substrat yang mendukung pertumbuhan ekosistem mangrove. Menurut Kresnabayu *et al.* (2017) mangrove dapat tumbuh dengan baik ketika faktor lingkungan, seperti substrat yang sesuai dan minimnya gangguan pada lokasi tersebut. Pada mangrove restorasi, tingginya kerapatan kemungkinan juga disebabkan oleh jarak tanam yang tidak terlalu jauh, sehingga mangrove hasil restorasi menjadi lebih padat.

Tingginya nilai kerapatan mangrove di stasiun alami diduga karena lokasi penelitian dekat dengan sungai, sehingga mendapatkan pasokan nutrisi dan air tawar yang melimpah (Janaguna *et al.*, 2023). Gazali *et al.* (2019) juga menyebutkan bahwa ketersediaan air tawar menjadi salah satu faktor penting dalam mendukung pertumbuhan ekosistem mangrove. Kerapatan yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat regenerasi mangrove tergolong baik dan mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada (Akbar *et al.*, 2016). Berdasarkan hal tersebut, kondisi kerapatan mangrove di lokasi penelitian dapat dikategorikan baik.

Parameter Lingkungan

Nilai parameter kualitas perairan pada lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 4. Hasil pengamatan menunjukkan nilai suhu di kawasan mangrove Estuari Perancak berkisar 28,67-30,87°C, dimana suhu tertinggi ditemukan pada mangrove alami dan suhu terendah diamati pada stasiun mangrove restorasi. Variasi nilai suhu di dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke perairan (Abubakar *et al.*, 2021). Kisaran suhu di

kawasan mangrove Perancak ini sesuai dengan standar baku mutu Pemerintah Republik Indonesia (2021) yaitu suhu optimal untuk keberlangsungan hidup biota laut berkisar antara 28-32°C. pH yang diamati berkisar 6,25-6,45 yang berarti bersifat asam. Kondisi tanah pada area mangrove biasanya cenderung bersifat asam dikarenakan banyaknya bahan organik pada kawasan tersebut (Usman *et al.*, 2013). Organisme akuatik dapat hidup dengan kisaran nilai pH 6-9 pada lingkungannya, ketika nilai pH perairan berada pada rentang ≤ 6 maka dapat mengakibatkan penurunan populasi biota pada perairan tersebut (Mardika *et al.*, 2020).

Salinitas yang diamati berkisar antara 27,78-32,63‰, dimana salinitas tertinggi diamati pada mangrove alami dan salinitas terendah pada mangrove campuran. nilai tersebut sesuai dengan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 (2021) tentang baku mutu air laut untuk biota laut dengan salinitas 0-35‰. Menurut Yanti *et al.* (2022) nilai salinitas pada lokasi penelitian akan menentukan jenis makrozoobentos yang mampu hidup dengan toleransi kadar salinitas tertentu. Oksigen terlarut (DO) yang ditemukan berkisar antara 2,15-2,81 mg/l, dengan nilai tertinggi 2,81 mg/l ditemukan di stasiun mangrove campuran dan nilai terendah 2,15 mg/l diamati di stasiun mangrove restorasi. Kandungan oksigen terlarut pada lokasi penelitian ditemukan dalam kadar yang rendah, akan tetapi menurut Lim *et al.* (2006) bahwa kadar DO yang dibutuhkan oleh makrozoobentos berada pada kisaran nilai 1-3 mg/L. Rendahnya kadar DO pada lokasi penelitian dapat disebabkan karena banyaknya organisme dalam suatu lokasi, sehingga laju respirasi akan meningkat dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut pada lokasi tersebut (Girsang *et al.*, 2023). Kadar nitrat pada lokasi penelitian menunjukkan nilai antara 0,49-0,97 mg/L. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar nitrat pada masing-masing stasiun tergolong rendah. Tinggi rendahnya kandungan nitrat pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan tersebut, seperti kandungan oksigen terlarut (Sugianti & Astuti, 2018). Seluruh lokasi

Tabel 4. Parameter Lingkungan Pada Setiap Stasiun

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	DO (mg/l)	Nitrat
Alami	30,87 ± 1,0	6,25 ± 0,3	30,89 ± 1,0	2,80 ± 0,5	0,59 ± 0,6
Restorasi	28,67 ± 1,8	6,45 ± 0,3	28,33 ± 2,9	2,15 ± 0,4	0,97 ± 0,6
Campuran	30,56 ± 3,9	6,31 ± 0,2	27,78 ± 2,5	2,81 ± 0,6	0,49 ± 0,6

Tabel 5. Tipe Substrat Pada Setiap Stasiun Stasiun

Titik Sampling	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Analisis
Alami	24	38	38	Lempung Liat Berdebu
Restorasi	26	42	32	Lempung Berdebu
Campuran	27	38	35	Lempung Liat Berdebu

pengamatan di kawasan mangrove Perancak ditemukan dalam kondisi baik dan layak untuk mendukung pertumbuhan makrozoobentos.

Tipe Substrat

Berdasarkan hasil analisis tipe substrat yang ditemukan pada kawasan mangrove Perancak didominasi oleh tipe substrat lempung liat (Tabel 5). Tekstur substrat merupakan faktor yang sangat memengaruhi keberadaan serta pertumbuhan dari makrozoobentos (Rosdatina *et al.*, 2019). Tekstur sedimen dengan fraksi liat memiliki kandungan bahan organik yang lebih kaya dibandingkan dengan fraksi debu dan pasir, hal ini dikarenakan ukuran fraksi liat jauh lebih kecil dibandingkan kedua fraksi lainnya (Mustofa *et al.*, 2023). Dapat dilihat pada lokasi penelitian bahwa stasiun mangrove campuran dan alami yang memiliki substrat lempung liat berdebu memiliki total kelimpahan makrozoobentos yang lebih tinggi. Hubungan Kerapatan Mangrove dan Parameter Lingkungan dengan Kelimpahan Makrozoobentos

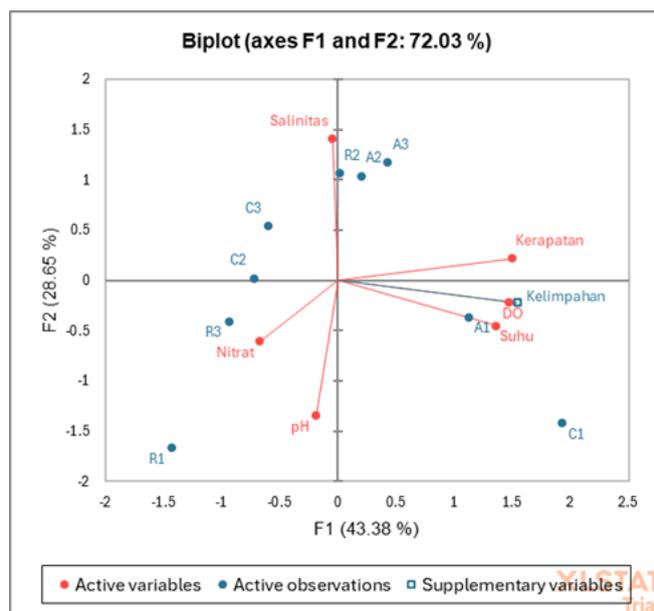
Hasil analisis korelasi PCA menunjukkan adanya korelasi positif antara kelimpahan makrozoobentos dengan variabel kerapatan mangrove, parameter suhu, pH, dan DO. Korelasi ini dikonfirmasi dengan uji korelasi pearson kerapatan mangrove sebesar (0,903), suhu (0,830), dan DO (0,913) (Gambar 4). Nilai tersebut menunjukkan korelasi positif yang signifikan dengan kategori korelasi sangat tinggi. Parameter pH memiliki nilai korelasi sebesar (0,027) kategori korelasi sangat lemah.

Hubungan antara kerapatan mangrove dengan kelimpahan makrozoobentos sejalan dengan pernyataan Bayudana *et al.* (2022) bahwa semakin tinggi kerapatan vegetasi mangrove maka akan menghasilkan serasah yang banyak dan juga akan meningkatkan ketersediaan bahan organik. Nilai korelasi kelarutan oksigen (DO) dengan kelimpahan makrozoobentos menunjukkan korelasi positif yang kuat (Tabel 6). Dapat dilihat pada stasiun mangrove campuran, dimana kadar

DO lebih tinggi dibandingkan dua stasiun lainnya memiliki kelimpahan makrozoobentos yang lebih tinggi juga. Menurut Bai'un *et al.* (2020) apabila kandungan oksigen terlarut dalam suatu perairan tinggi, maka akan semakin baik pula kondisi kehidupan makrozoobentos pada lokasi tersebut. Kandungan oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh makrozoobentos untuk menunjang aktivitas kehidupan dari organisme tersebut (Apriadi *et al.*, 2020).

Parameter suhu memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat dengan kelimpahan makrozoobentos. Hal ini sejalan dengan penelitian Kurniawati *et al.* (2023) bahwa suhu memainkan peran yang kuat dalam menunjang kehidupan makrozoobentos, sehingga suhu dapat memengaruhi komposisi dari makrozoobentos tersebut. Meningkatnya suhu dapat meningkatkan laju metabolisme air karena laju metabolisme yang meningkat akan mengurangi konsumsi oksigen di dalam air (Basyuni *et al.*, 2018). Parameter pH memiliki korelasi yang sangat lemah dengan kelimpahan makrozoobentos, hal ini diakibatkan karena kondisi pH pada lokasi penelitian masih dapat ditoleransi oleh makrozoobentos. pH berkaitan erat dengan keanekaragaman biota pada suatu perairan, kondisi pH yang tinggi menunjukkan rendahnya kandungan bahan organik, sehingga makrozoobentos yang ditemukan hanya spesies tertentu saja (Syahrial *et al.*, 2020).

Biplot menggunakan PCA (Gambar 4) menunjukkan bahwa lokasi penelitian terbagi menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama pada mangrove alami 1 (A1) dan mangrove campuran 1 (C1) memiliki kemiripan karakteristik lingkungan. Dimana lokasi ini didukung oleh ciri habitat seperti kerapatan mangrove, suhu, dan DO. Dimana DO dan suhu merupakan parameter yang memberikan pengaruh terhadap keberadaan makrozoobentos. Amin *et al.* (2023) menyatakan bahwa DO merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan oleh makrozoobentos dalam proses metabolisme tubuh untuk membantu proses tumbuh dan



Gambar 4. Hasil Analisis PCA

berkembangnya makrozoobentos. Parameter suhu merupakan salah satu parameter yang mudah untuk diukur, dimana kebanyakan aktivitas metabolisme dan distribusi organisme dipengaruhi oleh suhu. Suhu yang berubah secara ekstrim dapat mengganggu kehidupan organisme bahkan dapat menyebabkan kematian organisme tertentu (Schaduw, 2018). Pada penelitian ini perubahan suhu yang terjadi pada mangrove alami, campuran dan restorasi masih mampu ditoleransi oleh makrozoobentos itu sendiri.

Kelompok kedua adalah mangrove restorasi 1 (R1), mangrove restorasi 3 (R3), mangrove campuran 2 (C2) dan 3 (C3), dimana lokasi ini dicirikan oleh parameter nitrat. Nitrat pada suatu perairan sangat dibutuhkan bagi organisme karena nitrat merupakan nutrient utama bagi tumbuhan (Sara *et al.*, 2018). Kelompok ketiga adalah mangrove alami 2 (A2) dan mangrove alami 3 (A3), dimana titik ini dicirikan dengan kondisi lingkungan yaitu salinitas. Salinitas pada perairan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberadaan biota akuatik. Hal ini sejalan dengan penelitian Wahyuningsih & Umam (2022) yang menyatakan bahwa secara tidak langsung salinitas akan memengaruhi perubahan komposisi makrozoobentos dalam suatu ekosistem.

KESIMPULAN

Studi di ekosistem Mangrove Estuari Perancak, Bali, menemukan perbedaan kelimpahan

dan jenis makrozoobentos di setiap stasiun, yang disebabkan oleh adanya perbedaan kondisi lingkungan. Analisis parameter kualitas air menunjukkan bahwa kondisi lingkungan Mangrove Estuari Perancak masih tergolong layak untuk kehidupan makrozoobentos. Berdasarkan nilai indeks ekologi, komunitas makrozoobentos di lokasi penelitian dalam kondisi seimbang, dengan distribusi spesies yang stabil dan tidak ada tekanan dominasi dari satu spesies tertentu. Hal ini didukung oleh kerapatan mangrove yang sangat tinggi di ketiga stasiun, yang menunjang ketersediaan sumber makanan bagi makrozoobentos. Analisis PCA juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang sangat signifikan antara kerapatan mangrove, suhu, pH dan DO dengan jumlah kelimpahan makrozoobentos.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, S., Masykhur Abdul Kadir, M.A.K., Pertiwi, R.T.A., Rina, R., Subur, R., Sunarti, S., Abubakar, Y., Susanto, A.N., & Fadel, A. H. 2021. Fauna Biodiversity as Indicator of Mangrove Forest Health on Moti Island, Moti District, Ternate City. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3): 974–982. doi: 10.29303/jbt.v21i3.3009
- Akbar, N., Baksir, A., Tahir, I., & Arafat, D. 2016. Struktur komunitas mangrove di Pulau Mare, Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara. *Depik*, 5(3): 133–142.

- Amin, Y.Y., Jamaluddin, & Kaseng, E.S.K. 2023. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Air di Hutan Mangrove Pantai Kuri Caddi di Kabupaten Maros. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(10): 359–369. doi: doi: 10.5281/zenodo.7985114
- Apriadi, T., Muzammil, W., Melani, W.R., & Safitri, A. 2020. Struktur komunitas makrozoobentos di aliran sungai di Senggarang, Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Depik*, 9(1): 119–130. doi: 10.13170/depik.9.1.14641
- Arfan, A., Sanusi, W., & Rakib, M. 2023. Analisis Kerapatan Mangrove dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Kawasan Ekowisata Mangrove Lantebung Kota Makassar. *Journal of Marine Research*, 12(3): 493–500. doi: 10.14710/jmr.v12i3.38060
- Azham, R.S., Bahtiar, & Ketjulan, R. 2016. Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Ekosistem Mangrove di Perairan Teluk Staring Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(3): 249–260.
- Bai'un, N.H., Indah, R., Mulyani, Y., & Zalessa, S. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2): 227–238. doi: 10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.7
- Basyuni, M., Gultom, K., Fitri, A., Susetya, I. E., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., Yusriani, E., Balke, T., & Bunting, P. 2018. Diversity and habitat characteristics of macrozoobentos in the mangrove forest of Lubuk Kertang Village, North Sumatra. *Biodiversitas*, 19(1): 311–317. doi: 10.13057/biodiv/d19012
- 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. doi: 10.14710/buloma.v11i3.40786
- Chusna, R.R.R., Rudiyaniti, S., & Suryanti, S. 2017. Hubungan Substrat Dominan Dengan Kelimpahan Gastropoda Pada Hutan Mangrove Kulonpogo, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 13(1): 19–23. doi: 10.14710/ijfst.13.1.19-23
- Collins, D.S., Avdis, A., Allison, P.A., Johnson, H. D., Hill, J., Piggott, M.D., Hassan, M.H.A., & Damit, A.R. 2017. Tidal dynamics and mangrove carbon sequestration during the Oligo-Miocene in the South China Sea. *Nature Communications*, 8(June): 1–12.
- Dharma, B. 1998. Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells). In PT. Sarana Graha.
- 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. doi: 10.3354/meps270071
- Farid, A., Desydera, F.T., Arisandi, A., & Triajie, H. 2023. Kelimpahan Gastropoda Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pada Aliran Sungai Di Desa Gili Timur Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan Madura. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 7(2): 107–118. doi: 10.21776/ub.jfmr.2022.007.02.12
- Gazali, S., Rachmawani, D., & Agustianisa, R. 2019. Hubungan Kerapatan Mangrove Dengan Kelimpahan Gastropoda Di Kawasan Konservasi Mangrove Dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(1): 9–19.
- Girsang, L. M., Nyoman Dati Pertami, & Ni Made Ernawati. 2023. Epifauna pada Ekosistem Mangrove di Kawasan Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 8(2): 99–109.
- Gravina, M., Cabiddu, S., Como, S., Floris, A., Padedda, B., Pusceddu, A., & Magni, P. 2020. Disentangling heterogeneity and commonalities in nanotidal Mediterranean lagoons through environmental features and macrozoobenthic assemblages. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 237: p.106688. doi: 10.1016/j.ecss.2020.106688
- 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. doi: 10.13057/biodiv/d230554
- Indrawan, G.S., Yusup, D.S., & Ulinuha, D. 2016. Asosiasi Makrozoobentos Pada Padang Lamun di Pantai Merta Segara Sanur, Bali. *Jurnal Biologi*, 20(1): 11–16.
- Janaguna, I.M.A., Arthana, I.W., & Watiniasih, N.L. 2023. Karakteristik Vegetasi, keanekaragaman makrozoobentos dan karbon pada Sedimen di Kawasan Mangrove Nusa

- Lembongan dan Estuari Perancak. *Ecotrophic*, 17(1): 27–41. doi: 10.24843/EJES.2023.v17.i01.p03
- Kariada, N.T., & Irsadi, A. 2014. Role of Mangrove as Water Pollution Biofilter in Milkfish Pond, Tapak, Semarang. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 21(2): 188–194. doi: 10.22146/jml.18543
- Kresnabayu, I.M.P., Putra, I.D.N.N., & Suteja, Y. 2017. Kerapatan Hutan Mangrove Berbasis Data Penginderaan Jauh di Estuari Perancak Kabupaten Jembrana-Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1): 31–37. doi: 10.24843/jmas.2018.v4.i01.31-37
- Kresnasari, D., Ayu, N., & Gitarama, A. M. 2022. Interaksi kelimpahan makrozoobenthos dengan kondisi mangrove di Segara Anakan, Cilacap. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2): 88–94. doi: 10.29103/aa.v9i2.8125
- Kurniawati, M.A., Prayogo, N.A., & Hidayati, N.V. 2023. Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Sungai Tajum Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 5(2): 237–251. doi: 10.36526/jl.v5i2.2791
- Lim, H.S., Diaz, R.J., Hong, J.S., & Schaffner, L.C. 2006. Hypoxia and Benthic Community Recovery in Korea Coastal Waters. *Marine Pollution Bulletin*, 52(11): 1517–1526. doi: 10.1016/j.marpolbul.2006.05.013
- Madyowati, S.O., & Kusyairi, A. 2020. Keanekaragaman Komunitas Makrobenthos Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Banyuurip Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1): 116–124. doi: 10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.17
- Manalu, R.M., Br, S., & Sujarta, P. 2022. Keanekaragaman Moluska Dan Vegetasi Perairan Danau Sentani. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 14(1): 88–94. doi: 10.25134/quagga.v14i1.5002.
- Mardika, B., Utami, S., Widiyanto, J., Biologi, P., & Timur, J. 2020. Identifikasi keanekaragaman gastropoda sebagai bioindikator kualitas air sungai Nogosari Pacitan. *Prosiding Seminar Nasional Simbiosis*, 5: 349–357.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. In *Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*.
- Mustofa, V.M., Soenardjo, N., & Pratikto, I. 2023. Analisis Tekstur Sedimen terhadap Kelimpahan Gastropoda di Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang. *Journal of Marine Research*, 12(1): 137–143. doi: 10.14710/jmr.v12i1.35003
- Natania, T., Herliany, N.E., & Kusuma, A.B. 2017. Struktur Komunitas Kepiting Biola (*Uca spp.*) di Ekosistem Mangrove Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*, 2(1): 11–24. doi: 10.31186/jenggano.2.1.11-24
- Noviyanti, A., Walil, K., & Puspandari, D.T. 2019. Identifikasi Makrozoobenthos di Kawasan Hutan Mangrove Kajhu Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Bionatural*, 6(2): 92–99.
- Odum. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan oleh Tjahjono Samingan dari buku *Fundamentals of Ecology*. Gadjah Mada University Press.
- Pelealu, G.V.E., Koneri, R., & Butarbutar, R.R. 2018. Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2): 97–108. doi: 10.35799/jis.18.2.2018.21158
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prihadi, D.J., Riyantini, I.R., & Ismail, M.R. 2018. Pengelolaan Kondisi Ekosistem Mangrove dan Daya Dukung Lingkungan Kawasan Wisata Bahari Mangrove Di Karangsong Indramayu. *Jurnal Kelautan Nasional*, 1(1): 53–64. doi: 10.15578/jkn.v1i1.6270
- Proisy, C., Viennois, G., Sidik, F., Andayani, A., Enright, J.A., Guitet, S., Gusmawati, N., Lemonnier, H., Muthusankar, G., Olagoke, A., Prosperi, J., Rahmania, R., Ricout, A., Soulard, B., & Suhardjono. 2018. Monitoring mangrove forests after aquaculture abandonment using time series of very high spatial resolution satellite images: A case study from the Perancak estuary, Bali, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 131: 61–71. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.056.
- Putra, S., Sarong, M.A., & Huda, I. 2019. Pola Persebaran Gastropoda Di Ekosistem Mangrove Sungai Reuleung Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Biologi*

- Teknologi Dan Kependidikan*, 6(1): 59–62. doi: 10.22373/biotik.v6i1.4044
- Putri, A.J., Rudiyan, S., & Taufani, W.T. 2021. Inventarisasi Biota Di Vegetasi Baru Mangrove Tambak Rejo, Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Pasir Laut*, 5(2): 103–109. doi: 10.14710/jpl.2021.33049
- Richards, D.R., & Friess, D.A. 2016. Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000–2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(2): 344–349.
- Riungu, P.M., Nyaga, J.M., Githaiga, M.N., & Kairo, J.G. 2022. Value chain and sustainability of mangrove wood harvesting in Lamu, Kenya. *Trees, Forests and People*, 9(February): 100–322. doi: 10.1016/j.tfp.2022.100322
- Robin, A. 2008. Encyclopedia of Marine Gastropods.
- Rosdatina, Y., Apriadi, T., & Melani, W.R. 2019. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan Pulau Penyengat, Kepulauan Riau. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 3(2): 309–317.
- Rusila, N., M, K., & Suryadiputra, I.N.N. 2006. *Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam.
- Sara, P.S., Astono, W., & Hendrawan, D.I. 2018. Kajian Kualitas Air di Sungai Ciliwung Dengan Parameter BOD dan COD. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 591–597. doi: 10.25105/semnas.v0i0.3478
- Sastra, K., Nugraha, M.A., & Pamungkas, A. 2022. Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Sedimen Permukaan Pantai Sampur, Kabupaten Bangka Tengah. *Journal of Tropical Marine Science*, 5(1): 77–82. doi: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v5i1.2966
- Schaduw, J.N. 2018. Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1): 40–49. doi: <http://doi.org/10.22146/mgi.32204>
- Sholihah, H., Arthana, I.W., & Ekawaty, R. 2020. Hubungan Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kerapatan Lamun di Pantai Semawang Sanur Bali. *Current Trends in Aquatic*, 3(1): 1–7.
- Sidik, F., Kadarisman, H.P., & Widagti, N. 2018. *Buku Panduan Mangrove Estuari Perancak*. In Balai riset dan observasi laut.
- Sidik, F., Pradisty, N.A., & Widagti, N. 2021. *Restored Mangrove Forests in Perancak Estuary, Bali*. In Institute for Marine Research and Observation: Bali, Indonesia
- Songyao, P., Xinzheng, L.I., & Hongfa, W. 2014. Macrobenthic community structure and species composition in the Yellow Sea and East China Sea in jellyfish bloom. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 32(3): 576–594. doi: 10.1007/s00343-014-3068-8
- Sugianti, Y., & Astuti, L.P. 2018. Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum Dissolved Oxygen Response Againsts Pollution and The Influence of Fish Resources Existence in Citarum River. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2): 203–212.
- Syahrial, S., Larasati, C. E., Saleky, D., & Isma, M. F. 2020. Komunitas fauna makrozoobentos di kawasan reboisasi mangrove Kepulauan Seribu: faktor lingkungan, distribusi, ekologi komunitas, pola sebaran dan hubungannya. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(2): 87–97. doi: 10.29103/aa.v7i2.2456
- Usman, L., Syamsyuddin, & Hamzah, S.N. 2013. Analisis Vegetasi Mangrove di Pulau Dudepo Kecamatan Angrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(1): 11–17. doi: 10.37905/v1i1.1211
- Wahyuningsih, E., & Umam, K. 2022. Keanekaragaman Gastropoda Di Sungai Logawa Banyumas. *Binomial*, 5(1): 81–94. doi: 10.46918/bn.v5i1.1244
- Widhitama, S., Purnomo, P.W., & Suryanto, A. 2016. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatannya di Delta Sungai Wulan, Demak, Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(4): 311–319.
- Wijana, I.M.S., Ernawati, N.M., & Pratiwi, M.A. 2019. Keanekaragaman Lamun Dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *Jurnal Ecotropica*, 13(2): 238–247. doi: 10.24843/EJES.2019.v13.i02.p11
- Yanti, M., Susiana, S., & Kurniawan, D. 2022. Struktur Komunitas Gastropoda dan Bivalvia di Ekosistem Mangrove Perairan Desa Pangkil Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 5(2): 102–107. doi: 10.31629/akuatiklestari.v5i2.4063
- Yunanto, A., Fitriah, N., & Widagti, N. 2021.

Karakteristik Mikroplastik Pada Ekosistem
Pesisir Di Kawasan Mangrove Perancak, Bali.
JFMR-Journal of Fisheries and Marine

Research, 5(2): 436–444. doi: 10.21776/ub.
jfmr.2021.005.02.31