



Struktur Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Wisata Perairan Canggu, Bali

Gede Surya Indrawan^{a*}, I Nyoman Giri Putra^a, I Kade Alfian Kusuma Wirayuda^b
I Putu Ranu Fajar Maharta^a

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

^bProgram Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana

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

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

October 21th, 2024

Received in revised form:

October 28th, 2024

Accepted:

March 6th, 2025

Available online:

August 30th, 2025

Keywords:

Macrozoobentos, Community structure,

Bioindicator, Canggu Waters

ABSTRACT

Macrozoobenthos are often used as biological indicators in aquatic environments due to their habitat and varying tolerance ranges among species. This study aimed to determine the structure of the macrozoobenthos community in the Canggu waters tourism area, Badung Regency. Sampling was conducted using the quadrat transect method, consisting of three transects, each spanning a length of 50 m with a 10 m interval between quadrant transects. Macrozoobenthos sampling data for each transect were collected using a modified square measuring 1 × 1 m. Macrozoobenthos samples were collected from the surface and within the sediment, then identified and analyzed for their community structure. The research in the Canggu waters area identified 38 species, nine classes, and four phyla. The most common phyla were Gastropods and Echinoderms. The community structure indices, i.e., Diversity (H'), Uniformity (E), and Dominance (C) at the three research stations at Pererenan Beach, Mengening Beach, and Echo Beach indicate a relatively stable ecosystem. H' values were 1.67, 2.25, and 2.1, while the E values were 0.59, 0.70, and 0.74. The C values were 0.35, 0.19, and 0.16. Based on the condition of the macrozoobenthos community structure and the analysis of seawater quality parameters, the marine tourism area of Canggu has good water quality.

ABSTRAK

Makrozoobentos sering digunakan sebagai indikator biologis di suatu perairan karena cara hidup dan perbedaan kisaran toleransi di antara spesies di dalam lingkungan perairan sehingga makrozoobentos menjadi salah satu organisme yang peka akan perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas makrozoobentos di kawasan wisata perairan Canggu. Pengambilan data memperhatikan kondisi pasang surut perairan, dan dilakukan saat terjadi surut terendah. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode transek kuadran yang terdiri dari 3 transek dan dibentangkan sepanjang 50 m dengan interval antar transek kuadran 10 m. Pengambilan data sampel makrozoobentos pada tiap transek menggunakan kuadran yang dimodifikasi dengan ukuran 1 m × 1 m. Sampel makrozoobentos di ambil pada permukaan sedimen dan dalam sedimen, selanjutnya di identifikasi dan di analisis struktur komunitasnya. Sampel pengambilan kualitas perairan dilakukan pada titik yang sama dengan pengambilan sampel makrozoobentos. Analisis kualitas air dilakukan secara in situ dan ex situ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 38 jenis makrozoobentos di kawasan perairan Canggu dengan 9 kelas makrozoobentos yang tergolong dalam 4 filum. Filum yang paling banyak ditemukan yaitu Gastropoda dan Echinodermata. Struktur komunitas yang terdiri dari Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (C) di ketiga stasiun penelitian Pantai Pererenan, Pantai Mengening, dan pantai Echo masuk kategori ekosistem cukup stabil. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 1.67, 2.25, dan 2.1. Indeks keseragaman (E) sebesar 0.59, 0.70, dan 0.74. Indeks dominansi (C) sebesar 0.35, 0.19, dan 0.16. Berdasarkan kondisi struktur komunitas makrozoobentos, dan analisis parameter kualitas air laut, kawasan wisata perairan Canggu memiliki kualitas perairan yang tergolong baik.

Kata kunci:

Makrozoobentos, Struktur komunitas,

Bioindikator, Perairan Canggu

2025 JMRT. All rights reserved

1. Pendahuluan

Hewan bentos adalah hewan yang hidup di bagian dasar dari suatu perairan, dan menghabiskan sebagian dari siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang menempel, merayap maupun menggali lubang (Indrawan *et al.*, 2016). Sedangkan makrozoobentos merupakan kelompok hewan bentos yang tertahan pada saringan dengan ukuran 0,5 mm - 1,0 mm. Kelompok hewan ini umumnya memiliki ukuran lebih dari 1,0 mm yang merupakan hewan bentos yang terbesar (Chalid, 2014). Berdasarkan kebiasaan tempat hidup hewan bentos dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu epifauna yaitu bentos yang hidup di permukaan substrat dan infauna yaitu bentos yang hidup di dalam substrat (Azimah *et al.*, 2021). Makrozoobentos dapat berasosiasi dengan berbagai ekosistem seperti padang lamun, mangrove dan terumbu karang (Elfami & Efendy, 2020). Secara ekologis makrozoobentos mempunyai peranan penting sebagai bioindikator kualitas perairan, pencemaran, dan biomonitoring dari suatu perairan (Roy & Gupta, 2010; Sharma *et al.*, 2013). Indikator kualitas perairan dan kondisi lingkungan dapat dilihat dari struktur komunitas makrozoobentos dalam suatu kawasan perairan. Perairan yang tercemar mempengaruhi kelangsungan hidup makrozoobentos karena mempunyai mobilitas yang terbatas dan mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik bahan pencemar biologi, kimia maupun fisik, sehingga makrozoobentos sering digunakan sebagai bioindikator untuk memantau pencemaran di perairan pesisir (Huda, 2005; Odum, 1993; Sahidin *et al.*, 2018).

Makrozoobentos memiliki fungsi yang sangat penting pada ekosistem perairan, organisme ini berperan dalam siklus bahan organik, proses mineralisasi dalam sedimen, transfer energi dalam rantai makanan, serta penyimbang nutrisi lingkungan (Oktarina & Syamsudin, 2015). Beberapa kelas makrozoobentos dapat memanfaatkan detritus yang berasal dari tumbuhan lamun dan mangrove yang mati, plankton, bakteri, serta bahan organik lain yang terendap pada butiran pasir dan lumpur sebagai bahan makanannya, sehingga berperan aktif dalam siklus nutrisi (Ira, 2011; Ulfa *et al.*, 2018). Taqwa (2010) juga menyatakan bahwa makrozoobentos yang membuat lubang pada substrat dapat menjaga keseimbangan ekosistem, lubang-lubang yang dibuat oleh makrozoobentos menjadi tempat masuknya air dan udara yang menambah unsur hara dan oksigen ke dalam substrat perairan.

Perairan Pulau Bali memiliki kondisi ekosistem yang beragam dan dapat dimanfaatkan sebagai tempat budidaya, konservasi, dan wisata perairan. Salah satu kawasan wisata yang berkembang pesat adalah daerah Canggu. Wilayah perairan Canggu didominasi dengan substrat berpasir hitam dengan kondisi pantai berbatu. Kawasan perairan Canggu sudah terkenal akan keindahan pantainya, banyak aktivitas masyarakat yang dilakukan mulai dari kegiatan pariwisata, ekonomi, aktivitas keagamaan, dan kegiatan lain (Saraswati *et al.*, 2024). Penelitian mengenai makrozoobentos sebelumnya telah dilakukan di beberapa wilayah perairan Bali seperti kawasan perairan Sanur (Devi *et al.*, 2019; Indrawan *et al.*, 2016; Sholihah *et al.*, 2020), Kawasan perairan Gilimanuk (Maharani, 2020), Tahura Bali (Ulfa *et al.*, 2018); Perairan Padang Bai (Hermawati, 2017), dan Kawasan perairan Buleleng (Syury *et al.*, 2019) yang juga melakukan analisis terkait indeks ekologi. Namun, hingga saat ini belum dilakukan penelitian makrozoobentos di kawasan wisata perairan Canggu. Sebagai salah satu destinasi pariwisata, kawasan perairan Canggu berpotensi untuk mengalami penurunan kualitas perairan. Makrozoobentos berperan penting bagi ekosistem perairan sekaligus dapat menjadi bioindikator untuk mengetahui kondisi perairan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai struktur komunitas makrozoobentos di Kawasan perairan Canggu,

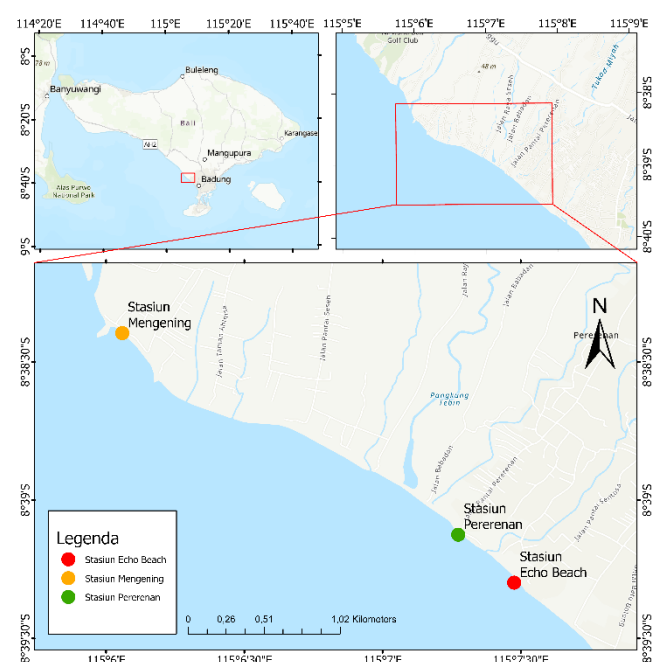
sebagai salah satu upaya untuk melakukan pemantauan kondisi perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas makrozoobentos di perairan Canggu, serta hubungannya dengan variabilitas parameter ekologi perairan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar tentang struktur komunitas makrozoobentos, sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk monitoring kondisi ekosistem perairan dan lingkungan kawasan wisata perairan Canggu.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Kawasan wisata perairan Canggu, Bali yang terdiri dari tiga stasiun pengambilan sampel (Gambar 1). Analisis data kualitas perairan dilakukan di Laboratorium Analitik dan Terpadu MIPA Universitas Udayana, Bali.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Metode Penelitian

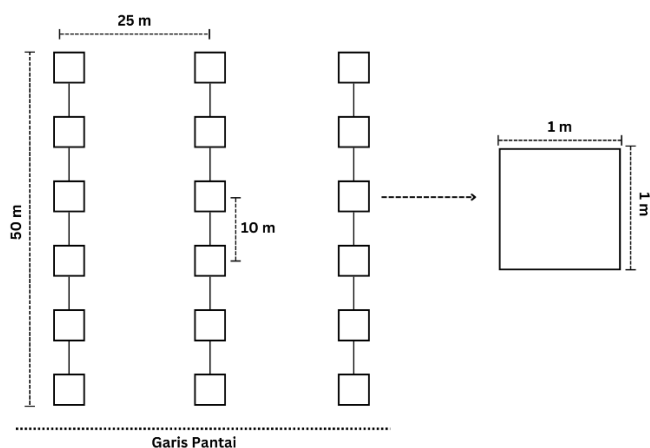
2.2.1 Penentuan lokasi dan metode pengambilan data

Data makrozoobentos dan kualitas air diambil dengan metode *purposive sampling*, dengan menentukan lokasi pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan lokasi, akses dan waktu (Damaianto & Masduqi, 2014). Tiga stasiun penelitian ditentukan di sekitar perairan Canggu yakni Stasiun I adalah kawasan pantai Pererenan, Stasiun II di pantai Mengening dan Stasiun III di pantai Echo/Batu Jaran (Gambar 1). Pemilihan ketiga stasiun tersebut didasarkan pada karakteristik perairan yang sama yaitu pantai berbatu dan dipengaruhi oleh kegiatan pariwisata. Kedua parameter diambil secara deskriptif kuantitatif di lapangan. Pengumpulan data di lapangan meliputi pengambilan sampel, catatan lapangan, dan foto dokumentasi.

2.2.2 Pengambilan data makrozoobentos

Pengambilan data makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan metode transek garis dan transek kuadrat (Gambar 2). Terdapat tiga transek dalam satu stasiun dengan jarak antar transek adalah 25 m. Panjang masing-masing transek adalah 50 m yang diposisikan tegak lurus dengan garis pantai. Dalam garis transek dilakukan pengambilan data menggunakan plot kuadrat 1 m × 1 m pada interval jarak 10 m dimulai dari 0 m (English *et al.*, 1994). Ilustrasi metode pengambilan data ditunjukkan pada

Gambar 2. Sampel makrozoobentos yang diamati adalah makrozoobentos yang masih hidup yang berada pada permukaan dan bawah sedimen. Identifikasi makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan acuan dari Dharma (1988), (Colin & Charles, 1995), (Mather *et al.*, 1993), (Robin, 2008) yang berjudul *Encyclopedia of Marine Gastropods*, buku acuan dari (Dharma, 2005) yang berjudul *Resent and Fossil Indonesia Shells*, dan melalui situs internet www.marinespecies.org. Sampel makrozoobentos hanya diukur yang terletak di dalam plot kuadrat.



Gambar 2. Ilustrasi Transek

2.2.3 Pengukuran Kualitas Air

Kualitas air diambil secara insitu setelah proses pengamatan pada sampel makrozoobentos. Lokasi pengambilan kualitas air berada di sekitar area transek tepatnya pada 0 m, 25 m dan 50 m dari setiap transek. Dalam satu stasiun terdapat total 9 titik pengambilan data kualitas air. Parameter kualitas air diambil berupa suhu, pH, salinitas, total padatan terlarut, konsentrasi nitrat dan fosfat. Pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat menggunakan spektrofotometer yang dilakukan di Laboratorium Analitik dan Lab Terpadu MIPA Universitas Udayana.

2.3 Analisis Data

Indeks biologi makrozoobentos yang dianalisis yaitu kepadatan (ind/m^2), indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Perhitungan kepadatan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi mengacu dari perhitungan Shannon-Weiner (Brower *et al.*, 1990).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Struktur Komunitas Makrozoobentos di kawasan Cangu

Hasil penelitian 866 individu makrozoobentos menunjukkan bahwa terdapat 38 jenis makrozoobentos yang termasuk ke dalam 24 famili, 9 kelas, dan 4 filum di kawasan perairan Cangu (Tabel 1). Hasil analisis struktur komunitas yang meliputi kelimpahan, keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan Dominansi (C), di kedua stasiun dapat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Keanekaragaman Makrozoobentos dikawasan perairan Cangu

No.	Class	Family	Nama species	J. Ind
1	Gastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium coralium</i>	2
2	Gastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium sp.</i>	3
3	Gastropoda	Muricidae	<i>Chicoreus sp.</i>	7
4	Polyplacophora	Chitonidae	<i>Chiton sp.</i>	3
5	Gastropoda	Conidae	<i>Conus chaldeus</i>	5
6	Gastropoda	Conidae	<i>Conus distans</i>	2
7	Gastropoda	Conidae	<i>Conus lividus</i>	2

8	Gastropoda	Conidae	<i>Conus planorbis</i>	12
9	Gastropoda	Conidae	<i>Conus virgo</i>	16
10	Gastropoda	Cymatiidae	<i>Cymatium sp.</i>	4
11	Gastropoda	Cypridae	<i>Cyprae sp.</i>	50
12	Gastropoda	Cypridae	<i>Cypraea caputserpentis</i>	5
13	Gastropoda	Cypridae	<i>Cypraea moneta</i>	8
14	Gastropoda	Trochidae	<i>Diloma aethiops</i>	3
15	Echinoidea	Echinometridae	<i>Echinometra mathaei</i>	16
16	Echinoidea	Echinometridae	<i>Echinometra sp.</i>	264
17	Gastropoda	Pisaniidae	<i>Engina alveolata</i>	4
18	Gastropoda	Pisaniidae	<i>Engina mandicaria</i>	1
19	Malacostraca	Grapsidae	<i>Grapsus albolineatus</i>	3
20	Gastropoda	Haliotidae	<i>Haliotis squamata</i>	18
21	Polychaeta	Polynoidae	<i>Harmothoe sp.</i>	4
22	Holothuroidea	Holothuriidae	<i>Holothuria atra</i>	5
23	Asteroidea	Ophiasteridae	<i>Linckia sp.</i>	4
24	Gastropoda	Nassariidae	<i>Nasarius olivaceus</i>	1
25	Gastropoda	Cypridae	<i>Notocypraea piperita</i>	6
26	Gastropoda	Olividae	<i>Oliva annulata</i>	4
27	Ophiuroidea	Ophiotrichidae	<i>Ophiartum pictum</i>	53
28	Malacostraca	Penaeidae	<i>Penaeus sp.</i>	4
29	Bivalvia	Mytilidae	<i>Perna viridis</i>	3
30	Gastropoda	Pisaniidae	<i>Polia sp.</i>	1
31	Malacostraca	Portunidae	<i>Portunus granulosus</i>	2
32	Malacostraca	Portunidae	<i>Portunus sp.</i>	17
33	Gastropoda	Columbellidae	<i>Pyrene testudinaria</i>	16
34	Malacostraca	Cancridae	<i>Romaleon antennarium</i>	1
35	Gastropoda	Terebridae	<i>Terebra affinis</i>	1
36	Gastropoda	Trochidae	<i>Trochus conus</i>	244
37	Gastropoda	Turbinidae	<i>Turbo argyrostoma</i>	5
38	Gastropoda	Turbinidae	<i>Turbo castanea</i>	35

Tabel 2. Indeks Biologi (Struktur komunitas) makrozoobentos

Indeks Biologi (Struktur Komunitas)	Pantai Pererenan	Pantai Mengening	Pantai Echo
Jumlah individu	255	290	288
Jumlah jenis	17	24	17
H' (Indeks Keanekaragaman)	1,67	2,25	2,1
E (Keseragaman)	0,59	0,70	0,74
C (Dominansi)	0,35	0,19	0,16

Tabel 2 menunjukkan bahwa Pantai Mengening memiliki indeks keanekaragaman tertinggi dengan nilai H' sebesar 2,25, diikuti oleh Pantai Echo dengan indeks diversitas (H') sebesar 2,1 dan Pantai Pererenan dengan indeks diversitas (H') sebesar 1,67. Secara keseluruhan, hasil studi di ketiga pantai memiliki nilai di bawah 3, yang menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman pada pantai Mengening, Echo dan Pererenan berturut-turut adalah termasuk kategori keanekaragaman sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Nilai indeks keanekaragaman (H') yang tinggi sesuai dengan jumlah jenis yang ditemukan pada masing-masing stasiun, bila semakin banyak jenis yang ditemukan dalam tiap stasiun akan semakin tinggi pula indeks keanekaragaman (H') yang didapatkan. Beragamnya makrozoobentos yang ditemukan pada suatu perairan dapat menggambarkan kondisi perairan tersebut (Wijayanti, 2007). Menurut (Iswanti *et al.*, 2012) perairan yang tercemar akan menunjukkan nilai indeks keanekaragaman (H') yang rendah atau tidak meratanya penyebaran jenis dan cenderung terdapat adanya jenis yang mendominasi, dan bila tidak tercemar akan menunjukkan

jumlah individu yang seimbang dari jenis yang ada serta penyebarannya merata.

Tingginya jumlah jenis individu pada suatu lingkungan, dapat dikaitkan dengan peningkatan nilai indeks keanekaragaman. Penelitian yang dilakukan oleh Herawati et al. (2020) menemukan bahwa rendahnya indeks keanekaragaman makrozoobentos pada suatu lingkungan perairan berkaitan dengan kondisi lingkungan yang mempengaruhi tingkat toleransi dari makrozoobentos yang berbeda-beda. Rendahnya indeks keanekaragaman Shannon iener dapat dikaitkan dengan kualitas perairan yang rendah, sehingga hanya beberapa jenis makrozoobentos yang dapat bertahan hidup. Hal yang sama juga disebutkan oleh Darajat & Kurniawan (2020) bahwa rendahnya indeks keanekaragaman makrozoobentos yang diperoleh kawasan wisata Wana Wiyata Widya Karya di Desa Cowek, Pasuruan, Jawa Timur dikaitkan dengan tingkat pencemaran air yang tinggi. Tidak meratanya jenis dan kecenderungan terjadinya dominansi jenis akan menunjukkan jumlah individu yang tidak seimbang pada suatu perairan (Iswanti et al., 2012).

Perbandingan dengan studi sebelumnya yang telah dilakukan di kedua pantai (Pererenan dan Mengening) menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Hasil indeks keanekaragaman yang ditemukan di pantai Pererenan pada tahun 2006 menunjukkan kategori sedang dengan nilai indeks keanekaragaman sebesar 2,598 (Wiratmini et al., 2008). Beberapa jenis markozooobenthos yang terdapat pada penelitian tersebut juga ditemukan pada penelitian ini seperti *Penaeus sp.*, *Portunus granulatus*, *Trochus radiates*, *Chiton sp.*, *Perna viridis*, *Turbo argyrostoma*, *Pyrene testudinaria*, *Engina alveolata*, dan *Echinometra mathaei*. Begitu pula dengan studi yang dilakukan oleh Ariani et al. (2019) di Pantai Mengening menunjukkan bahwa jumlah nilai indeks keanekaragaman moluska bentik yang ditemukan sebesar 3,12 dengan kategori indeks keanekaragaman tinggi.

Indeks keseragaman (E) pada kedua stasiun penelitian awal masing-masing adalah pantai Pererenan sebesar 0,59, pantai Mengening sebesar 0,70, dan pantai Echo sebesar 0,74. Kriteria nilai ini adalah bermakna “sedang” di pantai Pererenan dan “tinggi” di Pantai Mengening dan Echo. Tingginya nilai indeks keseragaman suatu lingkungan, menunjukkan penyebaran individu yang semakin merata. Peningkatan pemerataan makrofauna juga dikaitkan dengan kondisi atau respon peningkatan terhadap jangkauan pasang surut, energi gelombang, penurunan partikel sedimen, hingga luas wilayah pantai (McLachlan & Defeo, 2001). Penelitian yang dilakukan oleh (Meisaroh et al., 2018) menunjukkan nilai keseragaman makrozoobentos yang dikumpulkan dari Pulau Serangan, Denpasar adalah sebesar 0,60 (sedang). Hal tersebut dapat disebabkan oleh tingkat ketidakmerataan persebaran makrozoobentos serta pengaruh nilai keanekaragaman yang rendah.

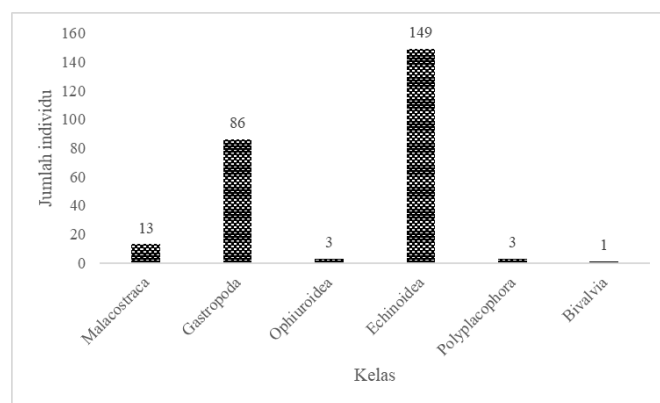
Indeks dominansi (C) yang diperoleh dari kedua stasiun masing-masing adalah pantai Pererenan adalah 0,35, Pantai Mengening sebesar 0,19, dan Pantai Echo sebesar 0,16. Kriteria nilai dominansi pada masing – masing pantai menunjukkan kategori “rendah”. Nilai indeks dominansi yang rendah menunjukkan bahwa tidak ada dominansi dalam komunitas di kawasan tersebut. Hal ini menggambarkan bahwa ekosistem tersebut masih kategori stabil. Hal serupa juga dilaporkan dari komunitas makrozoobentos yang ditemukan di Pantai Semawang, Sanur dengan indeks dominansi sebesar 0,20 (Sholihah et al., 2020). Begitu pula dengan nilai dominansi makrozoobentos yang ditemukan di pantai Mertasari, Denpasar sebesar 0,09 dan 0,19 yang tergolong rendah (Sukawati et al., 2018).

3.2 Kelas Makrozoobentos di Masing-masing Stasiun Penelitian

3.2.1 Pantai Pererenan

Jumlah makrozoobentos di pantai Pererenan yang ditemukan sebanyak 255 individu. Dari 255 individu yang teridentifikasi diketahui bahwa terdapat 6 kelas makrozoobentos yaitu Malacostraca, Gastropoda, Ophiuroidea, Echinoidea, Polyplacophora dan Bivalvia. Perbandingan jumlah individu per kelas pada masing-masing stasiun tersebut disajikan pada Gambar 3.

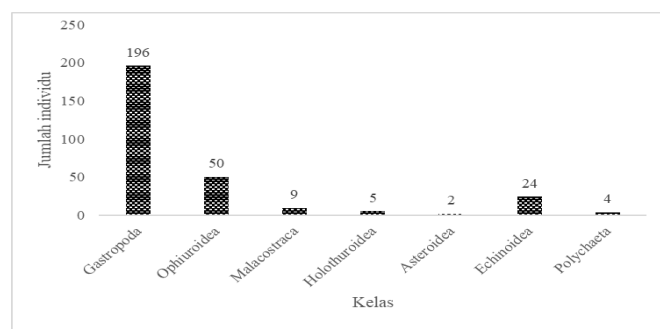
Jumlah individu makrozoobentos yang paling banyak ditemukan di pantai Pererenan terdapat pada kelas Echinoidea yaitu sebesar 149 individu. Gastropoda menjadi kelas kedua yang memiliki jumlah individu terbanyak yang ditemukan di pantai Pererenan yaitu sebesar 86 individu. Sedangkan kelas Bivalvia memiliki jumlah individu terendah yang ditemukan di pantai tersebut yaitu 1 individu. Perbedaan jumlah individu diduga karena tipe pantai pada kawasan pantai Pererenan. Pantai Pererenan memiliki tipe pantai berbatu, susbtrat berbatu sehingga banyak biota seperti gastropoda dan echinoidea menjadi tempat hidup yang baik. Tipe pantai berbatu menjadi tempat berlindung yang baik dari pengaruh ombang dan predator. Selain itu, gastropoda jenis *Trochus conus* dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk konsumsi.



Gambar 3. Jumlah individu per kelas makrozoobentos di pantai Pererenan

3.2.2 Pantai Mengening

Jumlah individu makrozoobentos di pantai Mengening yang ditemukan sebanyak 290 individu. Dari 290 individu yang teridentifikasi diperoleh hasil 7 kelas makrozoobentos yaitu Malacostraca, Gastropoda, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Asteroidea, dan Polychaeta. Perbandingan jumlah individu perkelas pada masing-masing stasiun tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Jumlah individu per kelas makrozoobentos di pantai Mengening

Gastropoda menjadi kelas tertinggi dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan di Pantai Mengening yaitu 196 individu. Sedangkan, kelas Asteroidea menjadi kelas paling rendah di pantai tersebut dengan jumlah sebanyak 2 individu.

Ophiuroidea menjadi kelas dengan jumlah individu tertinggi kedua yang diperoleh di pantai Mengening yaitu 50 individu.

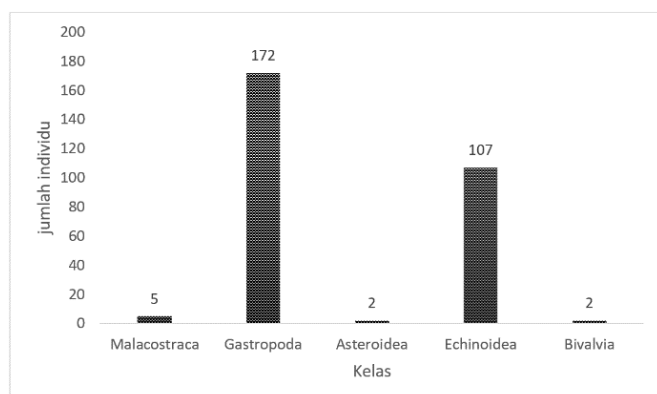
Komunitas makrozoobentos di pantai Mengening lebih didominasi oleh spesies *T. conus*. Tingginya jumlah gastropoda dapat disebabkan oleh kondisi substrat pantai Mengening yang didominasi oleh bebatuan. Selain hal tersebut, kebiasaan makan yang dimiliki oleh kelas gastropoda sangat beragam dari herbivora, filter feeder, pemakan bivalvia, hingga kanibal (Chaparro *et al.*, 2002). Tingginya jumlah gastropoda yang ditemukan di pantai Mengening sangat berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi oleh masyarakat setempat. Jenis biota yang dapat dimanfaatkan yaitu bulu babi (*Echinometra sp.*), Teripang (*Halothoria atra*) abalone (*Haliotis squamata*), *T. conus* dan Crustacea.

Menurut (Romimohtarto & Juwana, 2001) kelas gastropoda merupakan anggota filum moluska yang banyak ditemukan di daerah perairan laut maupun air tawar. Gastropoda yang hidup di laut banyak ditemukan di bebatuan dan di dasar laut yang tergenang oleh air. Gastropoda memiliki kemampuan beradaptasi di daerah pasang surut dengan cara menempel pada substrat batuan. Kelas Ophiuroidea juga sangat banyak ditemukan di pantai Mengening. *Ophiartum pictum* atau bintang mengular sangat mudah ditemukan di zona intertidal, subtidal, dan laut dalam. Selain itu, kondisi pantai Mengening yang kaya lamun, makroalga, dan pecahan terumbu karang memberikan faktor pendukung terhadap peningkatan bintang mengular. Hasil serupa dilaporkan oleh (Setiawan *et al.*, 2019) yang melakukan observasi di Pantai Bilik Taman Nasional Baluran menyebutkan bahwa bintang mengular memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan zona intertidal khususnya pada kawasan yang diperuntukkan untuk pariwisata alam, penelitian, hingga kebudayaan adat-istiadat seperti di Bali.

3.2.3 Echo Beach (Pantai Batu Mejan)

Pantai Batu Mejan yang dapat disebut juga dengan Pantai Echo Beach berlokasi di Desa Canggu, Kecamatan Kuta utara, Kabupaten Badung. Jarak tempuh ke lokasi ini berjarak sekitar 17 km dari Kota Denpasar. Tipe pantai Batu Mejan yaitu tipe pantai berbatu dengan substrat keras. Pada kawasan ini banyak digunakan sebagai obyek wisata dan berselancar. Selain itu, pada pantai tersebut ada aktivitas pemanfaatan biota laut yaitu penangkapan abalon, bulu babi dan gastropoda lainnya untuk dikonsumsi.

Jumlah individu makrozoobentos di Echo Beach yang ditemukan sebanyak 288 individu. Dari 290 individu yang teridentifikasi diperoleh hasil 5 kelas makrozoobentos yaitu Malacostraca, Gastropoda, Echinoidea, Asteroidea, dan Bivalvia. Perbandingan jumlah individu perkelas pada masing-masing stasiun tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Jumlah individu per kelas makrozoobentos di Echo Beach

Gastropoda menjadi kelas tertinggi dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan di Echo Beach yaitu 172 individu. Sedangkan, kelas Asteroidea dan Bivalvia menjadi kelas paling rendah di pantai tersebut dengan jumlah sebanyak 2 individu. Echinoidea menjadi kelas dengan jumlah individu tertinggi kedua yaitu sebanyak 107 individu. Echinoidea yang mencakup bulu babi (*Echinometra sp.*) sangat melimpah ditemukan di berbagai macam habitat seperti padang lamun dan terumbu karang. Gastropoda menyukai tempat berbatu, habitat yang sesuai menjadi ekosistem yang baik dan meningkatkan jumlah individunya. Kedua kelas ini (Gastropoda dan Echinoidea) dapat dijadikan salah satu bioindikator lingkungan, beberapa spesies menyukai habitat yang mempunyai lingkungan kualitas perairan yang baik dan struktur komunitas yang stabil.

3.3 Kualitas Perairan Pantai Canggu

Kualitas perairan yang didapat dari ketiga stasiun (Pantai Pererenan, Pantai Mengening, Echo Beach) menunjukkan kondisi lingkungan perairan yang baik karena masih memenuhi nilai ambang batas sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kualitas perairan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rata-Rata Pengukuran Parameter Kualitas Air

No.	Parameter	Pantai Pererenan	Pantai Mengening	Pantai Echo
1	Suhu (°C)	25,93 ± 0,54	27,92 ± 0,49	26,7 ± 0,52
2	pH	7,27 ± 0,16	7,32 ± 0,15	7,3 ± 0,15
3	Salinitas (ppt)	30,06 ± 5,20	33,14 ± 0,58	33,1 ± 2,89
4	TDS (ppm)	24,37 ± 4,01	26,93 ± 0,51	26,9 ± 2,26
5	DO (mg/L)	5,62 ± 0,75	5,23 ± 0,93	5,2 ± 0,84
6	Nitrat (mg/L/l)	0,38 ± 0,10	0,29 ± 0,08	0,35 ± 0,18
7	Fosfat (mg/L/l)	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,04 ± 0,01

Variasi suhu yang terjadi pada tiap stasiun dapat mengindikasikan kondisi perairan ini dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca, angin, dan arus gelombang. Suhu yang diperoleh dari hasil pengukuran pada kedua pantai masih pada kisaran normal, dimana suhu perairan pada permukaan antara 20-30°C. Nontji (2002) juga menyebutkan bahwa kisaran normal perairan di Indonesia antara 28-31°C dan tergantung dengan musim. Nilai pH yang ditunjukkan pada kedua stasiun tidak jauh berbeda dan masih dalam kondisi normal. Rata – rata nilai pH di pantai Pererenan dan Mengening masing-masing sebesar 7,27 dan 7,32. Nilai tersebut masih dalam kisaran normal menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dijelaskan baku mutu kualitas air laut untuk wisata bahari sebesar 7 – 8,5. Laporan dari Saraswati *et al.* (2017) bahwa nilai pH di pantai Serangan Denpasar adalah 7,7 – 7,9. Perubahan nilai pH yang terjadi pada kisaran yang kecil di perairan laut memiliki efek yang berbahaya pada biota laut, mempengaruhi komunikasi kimia, reproduksi, dan pertumbuhan (Kibria, 2015).

Salinitas memiliki peranan yang berkaitan dengan densitas air laut yang berpengaruh terhadap pengapungan biota laut. Nilai rata – rata salinitas dalam penelitian ini pada ketiga

stasiun masing – masing adalah 30,06 ppt (Pererenan), 33,14 ppt (Mengening) dan 33,1 (Echo). Nilai tersebut menunjukkan bahwa, pantai Mengening memiliki nilai salinitas yang sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan pantai Pererenan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut memiliki perbedaan untuk tiap biotanya. Misalnya, alami (30 ppt), coral (33-34 ppt), mangrove (s/d 34 ppt), dan lamun (33-34 ppt). Pengamatan awal ini menunjukkan pantai Pererenan masih termasuk dalam kategori normal, namun masih diperlukan upaya monitoring secara berkala untuk tetap mengendalikan nilai ideal. Selain berpengaruh terhadap hewan laut, salinitas air laut juga dikaitkan dengan pertumbuhan dan aktivitas fotosintesis tumbuhan laut seperti lamun, mikroalga, dan makroalga. Tingkatan salinitas juga menentukan tekanan osmotik air laut. Namun, nilai salinitas juga memiliki perbedaan untuk tiap spesies tertentu untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Ding *et al.*, 2013).

Total Dissolved Solid (TDS) atau yang disebut dengan jumlah padatan terlarut adalah padatan – padatan yang memiliki ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi (Kustiyaningsih & Irawanto, 2020). Nilai rata – rata TDS di Pantai Pererenan adalah sebesar 24,37 ppm, Pantai Mengening sebesar 26,94 ppm, dan Pantai Echo 26,9 ppm. Hasil TDS dalam penelitian ini juga masih rendah jika dibandingkan dengan laporan dari Rinawati *et al.*, (2016) yang menunjukkan nilai TDS sebesar 27,86 – 36,64 ppm di sekitar Teluk Lampung, Sumatera. Peningkatan kadar TDS sangat dipengaruhi oleh limbah-limbah yang berasal dari kegiatan sekitar kawasan pantai seperti Pelabuhan, limbah pariwisata, hingga domestik (Hidayat *et al.*, 2016). Di lingkungan laut, peningkatan TDS juga dipengaruhi oleh faktor kandungan kimia yang tinggi yang juga mampu meningkatkan salinitas dan daya hantar listrik (Effendi, 2003).

Oksigen terlarut (DO) adalah ukuran jumlah oksigen terlarut dalam air yang dapat digunakan oleh organisme untuk hidup. Jumlah oksigen terlarut di perairan seperti laut dapat menggambarkan kondisi kualitas airnya (USGS, 2020). Jumlah nilai DO yang diperoleh pada stasiun Pererenan adalah sebesar 5,62 Pantai Mengening sebesar 5,23 mg/L, dan Pantai Echo sebesar 5,2 mg/L. Kedua nilai tersebut dapat memberikan penjelasan bahwa nilai DO masih sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (>5 mg/L). Ketersediaan oksigen terlarut sangat berpengaruh terhadap kelimpahan komunitas hewan laut seperti makrozoobentos. Hal tersebut dapat disebabkan karena tingginya kadar oksigen, dapat mendukung berlangsungnya proses fotosintesis yang berperan dalam menyuplai oksigen di lingkungan perairan. Baik di pantai Mengening dan Pererenan, ditemukan bahwa melimpahnya tumbuhan laut seperti lamun dan makroalga yang memungkinkan dapat memberikan daya dukung terhadap tingkat keanekaragaman makrozoobentos.

Nilai rata-rata Nitrat dari ketiga stasiun yaitu Pantai Pererenan sebesar 0,38 mg/L, Pantai Mengening sebesar 0,29 mg/L, dan Pantai Echo sebesar 0,35 mg/L. Sedangkan nilai Fosfat pada Pantai Pererenan, Mengening, dan Echo berturut-turut sebesar 0,06 mg/L, 0,05 mg/L, dan 0,04 mg/L. Nitrat dan fosfat unsur zat hara yang ada pada perairan dan

dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya. Pengkayaan zat hara di lingkungan perairan memiliki dampak positif, namun pada tingkatan tertentu juga dapat menimbulkan dampak negatif (Rumanti *et al.*, 2014). Dampak positifnya adalah meningkatkan produksi fitoplankton akibat naiknya konsentrasi nitrat dan fosfat, sedangkan dampak negatifnya antara lain penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan dan memperbesar potensi muncul dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang lebih umum dikenal dengan istilah *Harmful Algae Blooms* atau HABs (Risamasu & Prayitno, 2011). Faktor hidro-oseanografi seperti arus laut memberikan pengaruh langsung terhadap pola penyebaran nitrat dan fosfat di perairan. Hal ini disebabkan sirkulasi arus laut dapat mendistribusi nitrat dan fosfat dari satu tempat ke tempat lainnya (Utami *et al.*, 2016). Pada saat pasang, arus akan mentransformasikan massa air laut dari laut lepas menuju pantai. Adapun pada saat surut, arus akan mentransformasikan massa air laut dari pantai menuju laut lepas. Dengan adanya hal tersebut, maka limbah-limbah yang berasal dari daratan yang terbawa oleh aliran air sungai sampai di muara sungai akan menyebar ke berbagai arah (Utami *et al.*, 2016).

Menurut Zhang *et al.* (2014), bahwa sedimen merupakan tempat penyimpanan dan pelepas material ke kolom air di perairan muara dan pantai. Senyawa fosfor yang terikat di sedimen mengalami dekomposisi dengan bantuan bakteri melalui proses abiotik menghasilkan senyawa fosfat terlarut dapat mengalami difusi kembali ke dalam kolom air. Selain berkaitan dengan kecepatan arus yang tinggi, tingginya konsentrasi fosfat berkaitan dengan adanya pergerakan arus yang menjauhi daratan, yaitu bergerak dari arah selatan ke timur laut. Arus laut memiliki peran, pada proses penyebaran zat hara diantaranya adalah nitrat dan fosfat. Hal ini dikarenakan arus laut membawa partikel massa air dari satu tempat ke tempat lainnya (Latief, 2002).

Susunan faktor- faktor lingkungan dan kisarannya yang dijumpai di zona intertidal sebagian disebabkan zona ini berada di udara terbuka selama waktu tertentu dalam setahun, dan kebanyakan faktor fisiknya dapat menunjukkan kisaran yang lebih besar di udara daripada di air. Faktor lingkungan yang banyak mempengaruhi kehidupan di laut adalah pasang surut, gerakan ombak, salinitas, derajat keasaman (pH), nitrat fosfat, dan suhu perubahan kualitas air dan substrat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos (Ariani *et al.*, 2019). Kelimpahan dan keanekaragaman ini bergantung pada toleransi dan sensitifitasnya terhadap perubahan lingkungan yang terdiri dari biotik dan abiotik. Kisaran toleransi dari makrozoobentos terhadap lingkungan berbeda-beda (Fachrul, 2007). Perairan yang berkualitas baik biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi dan sebaliknya pada perairan yang buruk atau tercemar biasanya memiliki keanekaragaman jenis yang rendah.

Kesimpulan

Kawasan perairan Canggü memiliki 38 jenis makrozoobentos dengan 9 kelas makrozoobentos yang termasuk 4 filum. Filum yang paling banyak ditemukan yaitu Moluska dan Echinodermata. Struktur komunitas (H', E, C) di ketiga stasiun penelitian menunjukkan kategori ekosistem cukup stabil. Berdasarkan kondisi struktur komunitas makrozoobentos, dan analisis parameter kualitas air laut,

kawasan wisata perairan Cangu memiliki kualitas perairan yang tergolong baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini sesuai DIPA PNBPN Universitas Udayana TA-2021 sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Nomor: 13/UN14.2.13/PT.01.03/2021, tanggal 3 Mei 2021.

Daftar Pustaka

- Ariani, N. D., Swasta, I. J., & Adnyana, P. B. (2019). Studi Tentang Keanekaragaman dan Kemelimpahan Mollusca Bentik serta Faktor-Faktor Ekologis yang Mempengaruhinya di Pantai Mengening, Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undhiksa*, 6(3).
- Asgari, E. A. (2011). *Assessment of seawater pollution by heavy metals (lead & cadmium) in the Qeshm rocky shore: use of the sea urchin, Echinometra mathaei, as a bioindicator*.
- Azimah, N., Bustamin, B., Nurdin, M., & Zainal, S. (2021). Keanekaragaman Makrozoobentos Di perairan pusat laut kecamatan banawa kabupaten donggala serta pemanfaatannya sebagai media pembelajaran. *Journal of Biology Science and Education*, 9(2), 796–801.
- Chalid, ABD. H. (2014). *Keragaman dan Distribusi Makrozoobentos pada Daerah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Tanjung Buli, Halmahera Timur*.
- Chaparro, O., Thompson, R., & Pereda, S. (2002). Feeding mechanisms in the gastropod *Crepidula fecunda*. *Marine Ecology Progress Series*, 234, 171–181. <https://doi.org/10.3354/meps234171>
- Colin, P. L., & Charles, A. (1995). *Tropical pacific invertebrates*.
- Damaianto, B. B., & Masduqi, A. A. (2014). Indeks pencemaran air laut pantai utara Kabupaten Tuban dengan parameter logam. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), D1–D4.
- Darojat, M. K., & Kurniawan, N. (2020). Evaluation of Water Quality Based on Macrozoobenthos as a Bioindicator in the Four Springs of Wana Wiyata Widya Karya Tourism Area, Cowek Village, Purwodadi. *Journal of Indonesian ...*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jitode.2020.008.01.01>
- Devi, K. A., Sila, I. G. B., & Giri, I. N. (2019). Struktur Komunitas Makrozoobenthos (Infauna) Pada Kondisi Padang Lamun Yang Berbeda Di Kawasan Pantai Sanur, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 2(2), 23–28.
- Dharma, B. (1988). *Siput dan Kerang Indonesia Indonesian Shell*. PT. Sarana Graha.
- Dharma, B. (2005). *Recent and fossil Indonesian shells*.
- Ding, L., Ma, Y., Huang, B., & Chen, S. (2013). Effects of Seawater Salinity and Temperature on Growth and Pigment Contents in *Hypnea cervicomis* J. Agardh (Gigartinales, Rhodophyta). *BioMed Research International*, 2013, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2013/594308>
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Kanisius.
- Elfami, M. R., & Efendy, M. (2020). Struktur Komunitas Makrozoobentos Epifauna Pada Ekosistem Lamun, Mangrove Dan Terumbu Karang Di Desa Labuhan Kecamatan Sepulu Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(2), 260–268.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. J. (1994). *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Project.
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*.
- Herawati, H., Patria, E., Hamdani, H., & Rizal, A. (2020). Macrozoobenthos diversity as a bioindicator for the pollution status of Citarik River, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 535. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/535/1/012008>
- Hermawati, O. (2017). *Analisis Hubungan Struktur Komunitas Makrozoobentos Pada Lamun Di Pesisir Padangbai Kecamatan Manggis Kabupaten Karangasem, Bali*.
- Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. S. (2016). Penentuan kandungan zat padat (total dissolve solid dan total suspended solid) di perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1).
- Huda, Q. (2005). *Kondisi Pantai Geger Desa Bualu Kecamatan Kuta Selatan Dilihat Dari Komunitas Padang Lamun dan Makrozoobentos Serta Implikasinya Dalam Pengelolaan Pantai*.
- 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.
- Ira. (2011). *Keterkaitan Padang Lamun Sebagai Pemerangkap dan Penghasil Bahan Organik dengan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pulau Barrang Lompo*. Institut Pertanian Bogor.
- Iswanti, S., Ngabekti, S., & Martuti, N. (2012). Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Weleri Kabupaten Kendal di Sungai Damar Desa. *Life Science*, 1(2).
- Kibria, G. (2015). *Ocean acidification and its impact on marine biodiversity, seafood security & livelihoods-a short review*. Research Gate.
- Latief, H. (2002). *Oseanografi Pantai Volume 1*. Departemen Geofisika dan Meteorologi, ITB.
- Maharani, N. M. I. (2020). *Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos pada Ekosistem Padang Lamun di Pantai Karang Sewu Kawasan Taman Nasional Bali Barat*.
- Mather, P., Bennett, I., & Society, A. C. R. (1993). *A Coral reef handbook: a guide to the geology, flora and fauna of the Great Barrier Reef* (P. M. and I. Bennett, Ed.). Surrey Beatty & Sons.
- McLachlan, A., & Defeo, O. (2001). Coastal beach ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity*, 1, 741–751.
- Meisaroh, Y., Restu, I. W., & Pebriani, D. A. A. (2018). Struktur komunitas makrozoobenthos sebagai indikator kualitas perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 36.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara: Suatu Pendekatan Ekologis*.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. *Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.[Indonesian]*. URL: [Http://Library. Uny. Ac. Id/Sirkulasi/Index. Php](http://Library.Uny.Ac.Id/Sirkulasi/Index.Php).
- Oktarina, A., & Syamsudin, T. S. (2015). Keanekaragaman dan distribusi makrozoobentos di perairan lotik dan lentik kawasan Kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor Sumedang, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2), 227–235.
- Risamasu, F. J. L., & Prayitno, H. B. (2011). Kajian zat hara fosfat, nitrit, nitrat dan silikat di perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(3), 135–142.
- Robin, A. (2008). *Encyclopedia of marine gastropods*.
- Romimohtarto, K., & Juwana, S. (2001). *Biologi laut: Ilmu pengetahuan tentang biota laut*. Djambatan.
- Roy, S., & Gupta, A. (2010). Molluscan diversity in river Barak and its tributaries, Assam, India. *Assam University Journal of Science and Technology*, 5(1), 109–113.
- Rumanti, M., Rudiyantri, S., & Nitisupardjo, M. (2014). Hubungan antara kandungan nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 168–176.
- Sahidin, A., Zahidah, Z., Herawati, H., Setyobudiandi, I., & Partasasmita, R. (2018). Macrozoobenthos as bioindicator of ecological status in Tanjung Pasir Coastal, Tangerang District, Banten Province, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(3), 1123–1129.
- Saraswati, N. G. N., Widana, I., & Liestandre, H. K. (2024). Pengaruh E-WOM Pada Media Sosial Terhadap Keputusan Berkunjung Wisatawan Gen Z Ke Kawasan Strategis Pariwisata Daerah Cangu. *Journal of Tourism and Creativity*, 8(1), 74–83.
- Saraswati, N. L. G. R. A., Arthana, I. W., & Hendrawan, I. G. (2017). Analisis kualitas perairan pada wilayah perairan Pulau Serangan bagian utara berdasarkan baku mutu air laut. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 163–170.
- Setiawan, R., Ula, F. A., & Sijabat, S. F. (2019). Inventarisasi Spesies Bintang Mengular (Ophiuroidea) Di Pantai Bilik, Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 192–200.
- Sharma, R., Kumar, A., & Vyas, V. (2013). Diversity of macrozoobenthos in Morand River-A tributary of Ganjal River in

- Narmada basin. *International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Science*, 1(1), 57–65.
- Sholihah, H., Arthana, I. W., & Ekawaty, R. (2020). Hubungan Keanekaragaman Makrozoobentos dengan Kerapatan Lamun di Pantai Semawang Sanur Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 3(1), 1–7.
- Sukawati, N. K. A., Restu, I. W., & Saraswati, S. A. (2018). Sebaran dan Struktur Komunitas Moluska di Pantai Mertasari Kota Denpasar, Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 78–85.
- Syury, R. P., Dharma, I., & Faiqoh, E. (2019). Diversitas Makrozoobentos Berdasarkan Perbedaan Substrat Di Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Pejarakan, Buleleng. *Journal Of Marine Research And Technology*, 2(1), 1–7.
- Taqwa, A. (2010). Analysis of primary productivity of phytoplankton and community structure of macrobenthos fauna based on mangrove density in mangrove and proboscis monkey conservation areas in Tarakan City, East Kalimantan. *Published Online*.
- Ulfa, M., Julyantoro, P. G. S., & Sari, A. H. W. (2018). Keterkaitan komunitas makrozoobentos dengan kualitas air dan substrat di ekosistem mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2), 179–190.
- USGS. (2020). *Dissolved Oxygen and Water*. Water Science School. https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/dissolved-oxygen-and-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
- Utami, T. M. R., Maslukah, L., & Yusuf, M. (2016). Sebaran nitrat (NO₃) dan fosfat (PO₄) di perairan Karangsong Kabupaten Indramayu. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1), 31–37.
- Wijayanti, H. M. (2007). *Kajian kualitas perairan di Pantai Kota Bandar Lampung berdasarkan komunitas hewan makrobenthos*.
- Wiratmini, N. I., Wiryatno, J., & Dalem, A. (2008). Makrozoobenthos Pantai Pererenan (Kabupaten Badung): Jenis, Status, Dan Manfaatnya Bagi Masyarakat. *Jurnal Bumi Lestari*, 8(2), 176–179.
- Zhang, L., Wang, L., Yin, K., Lü, Y., Yang, Y., & Huang, X. (2014). Spatial and seasonal variations of nutrients in sediment profiles and their sediment-water fluxes in the Pearl River Estuary, Southern China. *Journal of Earth Science*, 25, 197–206.