

Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Daerah Pasang Surut Di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya Ngurah Rai (Tahura), Desa Pemogan, Denpasar

Putu Setiawati ^a, I Gusti Bagus Sila Dharma ^{a*}, Elok Faiqoh ^a

^a Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Badung, Bali-Indonesia

* Putu Setiawati. Tel.: +62361-702-802

Alamat e-mail: siladharm@unud.ac.id

Diterima (received) 21 Januari 2020; disetujui (accepted) 3 November 2023; tersedia secara online (available online) 1 Desember 2023

Abstract

The mangrove ecosystem lives along the coast and influenced by tidally process. The mangrove ecosystem has many functions and associated with different types of biota, one of them is macrozoobenthos. Macrozoobenthos is organism that live at the bottom of the substrate. This study aims to determine the community structure of macrozoobenthos and the influence of physic-chemical sediments parameters (temperature, salinity, pH nitrates and phosphates) of the abundance of macrozoobenthos in the Using Zone Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai, Pemogan Village, Denpasar. Data analysis using by Bray Curtis index to see the similarity between the stations and Principal Component Analysis (PCA) to see the parameters that influence the abundance of macrozoobenthos. Result showed that the diversity index of macrozoobenthos is low - medium, Evenness index is low - high and Dominance index is medium-high. The highest similarity is between station 3 and 4, while station 1 has no similarity with other. PCA analysis showed that abundance of macrozoobenthos was influenced by temperature, salinity, nitrate, and phosphate.

Keywords: *mangrove; makrozoobenthos; using zone*

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan tumbuhan yang hidup disepanjang pesisir yang dipengaruhi pasang surut. Ekosistem mangrove memiliki fungsi yang sangat kompleks serta ekosistem mangrove dapat berasosiasi dengan berbagai jenis biota, salah satunya adalah Makrozoobenthos. Makrozoobenthos merupakan organisme yang hidup didasar atau di dalam substrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas dan pengaruh parameter fisika-kimia (Suhu, salinitas, pH, nitrat dan fosfat) sedimen terhadap struktur komunitas makrozoobenthos di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai Desa Pemogan, Denpasar. Dalam Penelitian ini, analisis data yang digunakan yaitu Bray Curtis untuk melihat tingkat kesamaan antar stasiun dan PCA untuk melihat parameter yang paling berpengaruh terhadap kepadatan makrozoobenthos. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman makrozoobenthos termasuk dalam kategori rendah-sedang, keseragaman termasuk dalam kategori rendah-tinggi dan dominansi termasuk dalam kategori sedang – tinggi. Tingkat kesamaan tertinggi terdapat pada stasiun 3 dan 4 yaitu 19,2 %. Stasiun 1 tidak memiliki kesamaan dengan stasiun lainnya. Analisis PCA menunjukkan bahwa kepadatan makrozoobenthos dipengaruhi oleh suhu, salinitas, nitrat (NO₃), dan fosfat (PO₄).

Kata Kunci: *mangrove; makrozoobenthos; zona pemanfaatan*

1. Pendahuluan

Mangrove merupakan ekosistem yang berada pada daerah intertidal, dimana pada daerah tersebut terjadi interaksi yang kuat antara perairan laut, payau, sungai dan terrestrial (Martuti, 2013). Secara ekologis, mangrove memiliki fungsi sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*), daerah

asuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*) bagi berbagai jenis biota seperti ikan, udang-udangan dan makrobenthos (Moosa *et al.*, 1996 dalam Pribadi *et al.*, 2009). Keberadaan fauna pada ekosistem mangrove menjadi salah satu unsur penting didalam suatu ekosistem. Salah satu fauna yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove adalah benthos.

Benthos merupakan kelompok organisme yang sebagian besar hidupnya didalam atau di dasar perairan (Purnami *et al.*, 2010). Organisme benthos memiliki ukuran yang berbeda-beda, dimana salah satunya adalah kelompok hewan yang memiliki ukuran lebih dari 1,0 mm yang disebut dengan makrozoobenthos (Nybakken, 1992). Makrozoobenthos merupakan organisme akuatik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan relatif lambat yang sangat dipengaruhi oleh substrat dasar serta kualitas perairan (Yunitawati *et al.*, 2012). Makrozoobenthos yang bersifat herbivor dan detritivor dapat menghancurkan makrofit akuatik yang hidup maupun yang mati dan serasah yang masuk ke dalam perairan menjadi potongan-potongan yang lebih kecil, sehingga mempermudah mikroba untuk menguraikannya menjadi nutrisi bagi produsen perairan (Asriani *et al.*, 2013). Makrozoobenthos yang menetap di kawasan mangrove kebanyakan hidup pada substrat keras sampai lumpur. Salah satu kawasan yang memiliki ekosistem mangrove dengan karakteristik substrat keras sampai berlumpur adalah Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai.

Tahura Ngurah Rai merupakan kawasan pelestarian yang terutama dimanfaatkan untuk tujuan koleksi tumbuhan dan/atau buatan, jenis asli dan bukan asli. Tahura Ngurah Rai dibagi menjadi zona inti dan zona pemanfaatan. Zona pemanfaatan yang terdapat di kawasan Tahura Ngurah Rai, tersebar dari pantai Mertasari sampai dengan Teluk Benoa. Salah satu kawasan zona pemanfaatan yang berada di daerah Denpasar terdapat di Desa Pemogan, Denpasar, dimana mangrove yang terdapat di daerah tersebut dimanfaatkan sebagai kawasan wisata. Namun pada daerah tersebut sebagian besar terdapat sampah yang dibawa oleh aliran sungai. Sistem perakaran mangrove yang kuat menyebabkan sampah tersangkut dan terendap pada substrat, yang merupakan tempat hidup makrozoobenthos. Hal ini dapat mengakibatkan perbedaan struktur komunitas makrozoobenthos pada zona pemanfaatan, khususnya pada Desa Pemogan, Denpasar.

Kawasan zona pemanfaatan pada Desa Pemogan, Denpasar merupakan daerah intertidal, dimana daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh dinamika fisik lautan yakni pasang surut. Pada zona intertidal terdapat perbedaan signifikan antara satu daerah dengan daerah yang lainnya. Salah satu perbedaan yang terdapat pada zona intertidal yaitu perubahan salinitas akibat pengaruh pasang surut. Perubahan salinitas akibat pasang surut dapat mempengaruhi adaptasi makrozoobenthos terhadap lingkungannya dan jenis makrozoobenthos yang hidup disana (Faisal, 2001).

Penelitian ini dilakukan untuk melihat struktur komunitas makrozoobenthos serta mengetahui parameter fisika-kimia sedimen yang paling berpengaruh terhadap struktur komunitas di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Desa Pemogan, Denpasar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang dapat dijadikan sebagai sumber untuk melakukan pengelolaan ekosistem mangrove.

2. Metode Penelitian

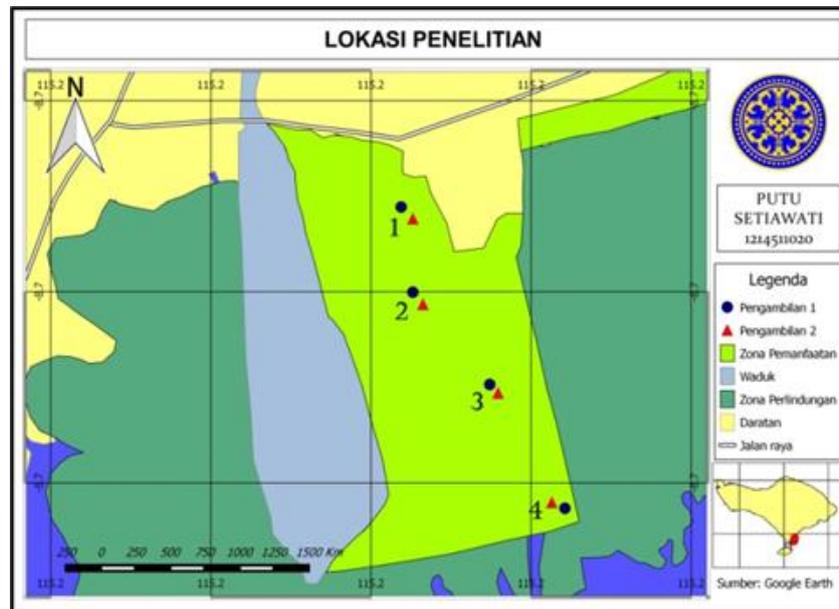
2.1. Waktu dan tempat

Penelitian mengenai struktur komunitas makrozoobenthos dilakukan selama 4 bulan yang dimulai dari bulan Februari 2016 – Mei 2016. Penelitian dilakukan di Zona Pemanfaatan, Desa Pemogan, Denpasar. Analisa data dilakukan di Laboratorium Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana.

2.2. Alat dan bahan

Alat dan bahan merupakan sarana yang digunakan sebagai penunjang pengambilan data ataupun sampel. Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperti *Global Positioning System* (GPS), pipa corer, termometer, ayakan, alat tulis, ember, plastik, kertas label, kamera, nampun, pinset dan sepatu boot, sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian

ini yaitu sampel makrozoobenthos, formalin untuk mengawetkan sampel makrozoobenthos, tabel pasang surut (Pelabuhan Benoa), sampel sedimen dan buku identifikasi *Encyclopedia of Marine Gastropods* (Robin, 2008).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.3. Pengambilan sampel makrozoobenthos dan parameter fisika-kimia sedimen

2.3.1. Pengambilan sampel makrozoobenthos

Penentuan stasiun tempat pengambilan data menggunakan metode purposive sampling yaitu berdasarkan pertimbangan tertentu atas keberadaan sampel di lokasi penelitian (Sidik *et al.*, 2016). Terdapat 4 stasiun pengambilan data, dimana setiap stasiun terdiri dari 2 sub-stasiun dan 1 kali pengulangan. Pengambilan sampel makrozoobenthos pada stasiun 1 diambil pada daerah yang tidak tergenang air pada saat pasang tertinggi, stasiun 2 sampel makrozoobenthos diambil pada daerah yang terkena pasang tertinggi (2 kali dalam sebulan), stasiun 3 sampel makrozoobenthos diambil ketika keadaan pasang biasa (2 kali dalam sehari), dan stasiun ke 4 sampel makrozoobenthos diambil pada daerah selalu tergenang air baik ketika surut ataupun pasang.

2.3.2. Pengambilan sampel makrozoobenthos

Parameter sedimen yang diambil adalah suhu, salinitas, pH, nitrat dan fosfat. Data suhu pada setiap stasiun diambil secara in situ, sedangkan untuk data nitrat dan fosfat, salinitas dan pH dilakukan analisis data di Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

2.4. Analisis data

2.4.1. Kepadatan

Kepadatan adalah jumlah jenis individu per satuan luas (Brower dan Zar, 1989). Kepadatan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Di = \frac{ni}{A} \quad (1)$$

dimana Di adalah kepadatan jenis individu jenis ke- i (ind/cm²); ni adalah jumlah individu jenis ke- i yang diperoleh; dan A adalah luas total area pengambilan contoh.

2.4.2. Indeks keanekaragaman

Indeks keanekaragaman dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener (Odum, 1971) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_i^n (p_i \log_2 p_i) \quad (2)$$

dimana H' adalah indeks keanekaragaman; p_i adalah proporsi jenis ke- i (n_i/N); dan n_i adalah jumlah individu jenis ke- i ; N adalah jumlah total individu.

Kriteria indeks keanekaragaman tersebut diklasifikasikan sebagai berikut:

- $H' < 1$: Keanekaragaman rendah
 $1 \leq H' < 3$: Keanekaragaman sedang
 $H' > 3$: Keanekaragaman tinggi

2.4.3. Indeks keseragaman

Untuk mengetahui nilai keseragaman penyebaran spesies dalam komunitas makrozoobenthos digunakan indeks keseragaman yaitu dengan rumus (Brower & Zar, 1989):

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

dimana E adalah indeks keseragaman; H' adalah indeks keanekaragaman; dan H_{max} adalah $\ln S$, dimana S merupakan jumlah taksa.

Kriteria nilai E sebagai berikut:

- $E < 0.4$: Keseragaman rendah
 $0.4 \leq E \leq 0.6$: Keseragaman sedang
 $E > 0.6$: Keseragaman tinggi

2.4.4. Indeks dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai spesies yang mendominasi dalam suatu komunitas (Odum, 1971), rumusnya sebagai berikut:

$$C = \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (4)$$

dimana C adalah indeks dominansi; n_i adalah jumlah individu jenis ke- i ; dan N adalah jumlah total individu.

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1 apabila:

- $0 < C < 0.3$: Dominansi rendah
 $0.3 \leq C \leq 0.6$: Dominansi sedang
 $0.6 < C \leq 1$: Dominansi tinggi

2.4.5. Bray Curtis

Tingkat kesamaan komunitas dari suatu stasiun dengan stasiun lainnya dapat dianalisis berdasarkan indeks Bray-Curtis. Adapun rumus indeks kesamaan Bray-Curtis (Bray dan Curtis 1957 dalam Somerfield 2008) yaitu:

$$S_{jk} = 100 \left(1 - \frac{\sum |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum (Y_{ij} + Y_{ik})} \right) \quad (5)$$

dimana Y_{ij} adalah jumlah spesies ke I dalam contoh j ; Y_{ik} adalah jumlah spesies ke I dalam contoh k ; dan S_{jk} adalah tingkat kesamaan antara contoh j dan k dalam persen.

2.4.6. Principal Component Analysis (PCA)

Analisis Komponen Utama atau Principal Component Analysis merupakan statistik deskriptif yang bertujuan untuk mempresentasikan data dalam bentuk grafik, informasi maksimum yang terdapat dalam suatu matriks data (Magfirah, 2014). Tujuan utamanya ialah menjelaskan sebanyak mungkin jumlah varian data asli dengan sedikit mungkin komponen utama yang disebut faktor. Banyaknya faktor yang bisa diekstrak dari data awal ialah sebanyak variabel yang ada. Analisis PCA menggunakan rumus sebagai berikut.

$$PC_1 = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1p}X_p \quad (6)$$

$$PC_2 = \alpha_{21}X_1 + \alpha_{22}X_2 + \dots + \alpha_{2p}X_p \quad (7)$$

$$PC_n = \alpha_{n1}X_1 + \alpha_{n2}X_2 + \dots + \alpha_{np}X_p \quad (8)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Parameter fisika-kimia sedimen

3.1.1. Suhu sedimen

Suhu merupakan parameter fisik yang sangat mempengaruhi pola kehidupan organisme perairan, Tabel 1 menunjukkan suhu paling tinggi diperoleh pada stasiun 3 yaitu sebesar 31°C, hal ini diduga karena pengamatan suhu dilakukan pada daerah yang tidak dinaungi tumbuhan mangrove dan daerah pengamatan sangat dangkal, sehingga cahaya matahari akan lebih mudah merambat kedalam sedimen, sedangkan suhu paling rendah di peroleh pada stasiun 1 yaitu sebesar 28.75°C, dikarenakan pengamatan suhu pada stasiun 1 dilakukan pada daerah yang memiliki naungan mangrove, sehingga cahaya matahari akan terhalang oleh mangrove. Pada stasiun 2 dan 4 nilai suhu yang di peroleh sama yaitu 30,75°C.

Tabel 1. Parameter Fisika-Kimia Sedimen

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
Suhu (°C)	28.75	30.75	31.0	30.75
Salinitas (‰)	2.23	6.26	5.15	6.51
pH	7.46	7.52	7.71	7.93
Nitrat (ppm)	87.37	23.75	16.6	13.25
Fosfat (ppm)	305.49	159.52	142.1	118.952

3.1.2. Salinitas sedimen

Organisme dapat mentolerir kisaran salinitas yang berbeda – beda. Salinitas yang diperoleh yaitu cenderung meningkat kearah laut. Salinitas sedimen paling tinggi diperoleh pada stasiun 4 yaitu sebesar 6,51 ‰. Nilai Salinitas paling rendah didapat pada stasiun 1 yaitu sebesar 2,23 ‰ hal ini diduga karena pada daerah tersebut tidak pernah tergenang oleh air dan jauh dari laut, sehingga stasiun 1 mendapat pengaruh air laut yang sangat kecil yang menyebabkan salinitas pada stasiun 1 rendah. Salinitas pada stasiun 2 diperoleh yaitu sebesar 6,26 ‰ dan stasiun 3 yaitu sebesar 5,15 ‰.

3.1.3. pH sedimen

Kehidupan organisme akuatik sangat dipengaruhi oleh fluktuasi pH. Nilai pH yang diperoleh semakin meningkat ke arah laut. Nilai pH paling rendah diperoleh pada stasiun 1 yaitu sebesar 7,46 sedangkan pH paling tinggi diperoleh pada stasiun 4 yaitu sebesar 7,93, hal ini diduga karena pada daerah tersebut merupakan daerah yang selalu tergenang oleh air laut, sehingga pH pada stasiun 4 tidak mudah berubah. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Rukminasari *et al.*, (2014) bahwa pH air laut memiliki kisaran yang cukup tinggi yang dapat berperan sebagai penyangga sehingga mencegah terjadinya perubahan pH yang terlalu besar.

3.1.4. Nitrat pada sedimen

Nitrat merupakan zat hara yang menentukan kestabilan lingkungan. Tabel 1 menunjukkan kandungan nitrat cenderung menurun ke arah laut. Kandungan nitrat paling tinggi diperoleh pada stasiun 1 yaitu sebesar 87,37 ppm, hal ini diduga karena adanya banyak sampah yang mengandung nitrat. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Sutamihardja (1983) dalam Sayekti (2006) bahwa masukan sampah daratan berisi sejumlah nutrient yang dapat menyebabkan kandungan nitrat tinggi. Kandungan nitrat paling rendah diperoleh pada stasiun 4 yaitu 13,25 ppm, diduga karena pada stasiun 4 dekat dengan laut dan selalu terkena pengaruh pasang surut, sehingga unsur nitrat pada daerah tersebut terbawa oleh aliran air atau arus ketika air menuju pasang atau menuju surut.

3.1.5. Fosfat pada sedimen

Selain nitrat, kandungan fosfat juga berpengaruh bagi kelangsungan hidup organisme. Kandungan fosfat paling rendah diperoleh pada stasiun 4 yaitu sebesar 118,952 ppm. Pada stasiun 1 memiliki kandungan fosfat paling tinggi diantara stasiun lainnya yaitu sebesar 305,49 ppm. Pada stasiun 3 kandungan fosfat diperoleh yaitu sebesar 142,1 ppm, dimana pada stasiun 3 disebabkan karena daerah tersebut memiliki terdapat gundukan sedimen, sehingga serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan dan terbawa oleh aliran air akan tersangkut akibat gundukan. Salah satu penyebab dari tingginya fosfat yaitu hasil dekomposisi bahan organik, dimana dalam hal ini yaitu serasah daun mangrove. Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Patty (2015) bahwa kandungan fosfat secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian, pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati.

3.2. Tipe substrat

Tipe substrat yang ditemukan di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya terdapat 2 tipe yaitu lempung liat berpasir dan lempung berpasir. Substrat dasar memiliki peranan yang penting bagi makrozoobenthos yaitu sebagai habitat. Selain sebagai habitat, substrat dasar juga berperan terhadap ketersediaan bahan makanan. Rajab *et al.*, (2016) menyatakan bahwa semakin halus tekstur substrat maka semakin besar kemampuannya untuk menjebak bahan organik. Persentase substrat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Substrat dan Tipe Substrat

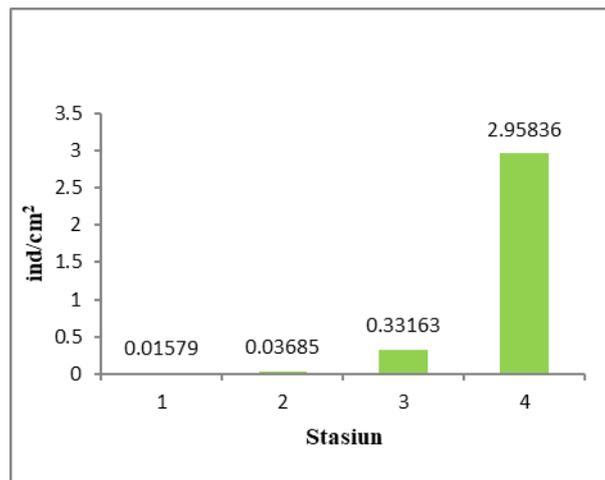
Stasiun	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Keterangan
1	54,5	24,9	20,4	Lempung Liat berpasir
2	68,2	23,0	8,68	Lempung Berpasir
3	57,2	25,8	16,9	Lempung Berpasir
4	63,3	25,8	10,6	Lempung Berpasir

Pada stasiun 1 memiliki tipe substrat lempung liat berpasir yang sifatnya kasar dan keras, dan memiliki persentase liat paling tinggi, dengan demikian tipe substrat ini memiliki kemampuan dalam penyimpanan nutrien yang baik, sehingga dapat dilihat pada pada Tabel 1, bahwa kandungan

nitrat dan fosfat paling tinggi terdapat pada stasiun 1. Pada stasiun 2, 3 dan 4 memiliki tipe substrat yang sama yaitu lempung berpasir. Tabel 2 menunjukkan persentase pasir paling tinggi pada 3 stasiun tersebut. Pada umumnya, substrat berpasir memiliki kemampuan penyimpanan nutrisi yang buruk. Tabel 1 menunjukkan kandungan nitrat dan fosfat menurun ke arah laut.

3.3. Kepadatan makrozoobenthos

Kepadatan makrozoobenthos cenderung meningkat dari stasiun 1 hingga stasiun 4, hal ini berkaitan dengan sering tidaknya daerah tersebut tergenang oleh air. Kepadatan makrozoobenthos dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kepadatan Makrozoobenthos

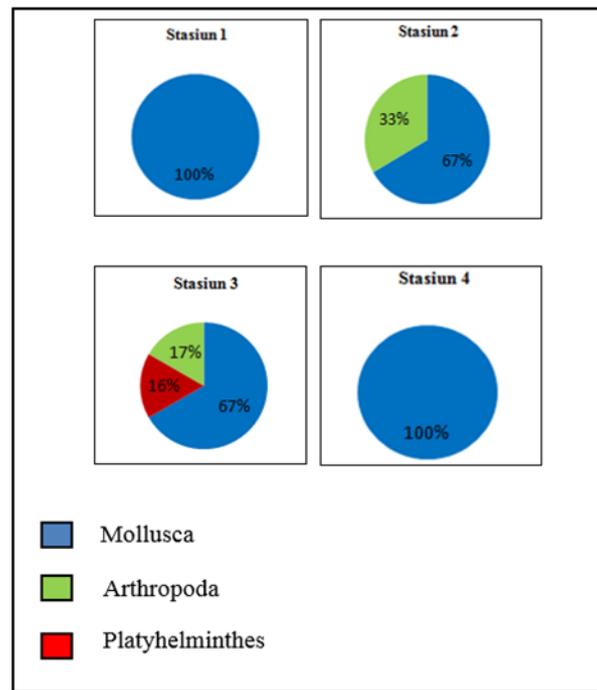
Pada stasiun 1 kepadatan makrozoobenthos merupakan yang paling rendah diantara stasiun lainnya, hal ini diduga karena daerah tersebut tidak tergenang air baik ketika pasang ataupun surut, sehingga tidak adanya sirkulasi nutrisi atau zat hara yang menjadi pendukung bagi kehidupan makrozoobenthos. Selain itu, substrat dasar memegang peranan terhadap penyebaran makrozoobenthos, dimana pada stasiun 1 memiliki tipe substrat dasar lempung liat berpasir. Tipe substrat tersebut bersifat keras dan kasar, sehingga makrozoobenthos sulit untuk membuat liang. Pembuatan liang ini merupakan salah satu bentuk adaptasi makrozoobenthos dalam mempertahankan diri dari organisme lain atau keadaan yang ekstrim serta sebagai tempat mencari makan.

Kepadatan makrozoobenthos di stasiun 4 paling tinggi diantara stasiun lainnya, dikarenakan pada daerah tersebut selalu tergenang air, sehingga selalu terjadi sirkulasi baik secara vertikal maupun horizontal. Tipe substrat pada stasiun 4 (Tabel 2) memiliki persentase pasir lebih tinggi daripada debu dan liat, sehingga makrozoobenthos lebih mudah membuat liang pada substrat sebagai bentuk pertahanan diri dari organisme lain, tempat mencari makan dan menghindari kondisi lingkungan yang ekstrim.

3.4. Komposisi jenis makrozoobenthos

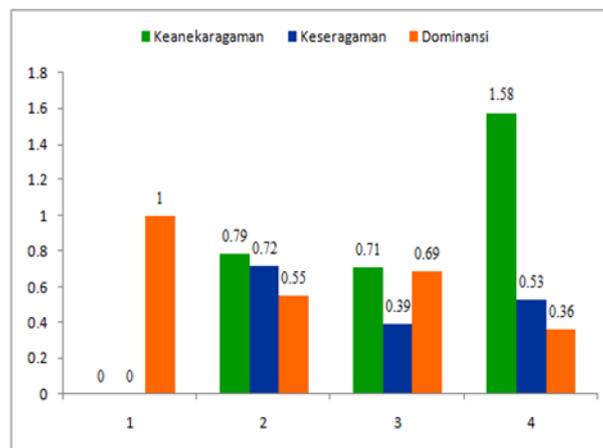
Komposisi jenis makrozoobenthos yang ditemukan pada Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya Ngurah Rai terdapat tiga filum yaitu Mollusca, Platyhelminthes dan Arthropoda. Komposisi jenis makrozoobenthos dapat dilihat pada Gambar 3.

Komposisi makrozoobenthos berdasarkan filum yang didapatkan menunjukkan bahwa komposisi filum mollusca lebih banyak ditemukan daripada filum Platyhelminthes dan Arthropoda, hal ini dikarenakan organisme yang termasuk ke dalam filum mollusca merupakan organisme yang menjadi ciri khas di estuari, karena memiliki kemampuan beradaptasi yang baik terhadap perairan estuari yang kondisi lingkungannya sangat berfluktuatif (Nybakken, 1992).



Gambar 3. Komposisi Jenis Makrozoobenthos

Spesies yang jumlahnya paling banyak dan paling sering ditemukan di stasiun 2, 3 dan 4 yang termasuk ke dalam filum mollusca adalah *Cerithium* sp. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Yolanda *et al.* (2015) bahwa *Cerithium* sp. merupakan organisme mollusca yang paling gampang ditemukan di perairan dangkal.



Gambar 4. Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi

3.5. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi

Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) dan Dominansi (C) merupakan indeks yang digunakan untuk menduga suatu kondisi lingkungan berdasarkan komponen biologi. Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi makrozoobenthos pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada stasiun 1 nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman yang diperoleh adalah 0, karena hanya ditemukan 1 jenis spesies pada stasiun tersebut. Keanekaragaman dan keseragaman pada stasiun 1 tergolong rendah, yang menunjukkan penyebaran dan proporsi tiap spesies sangat rendah, sehingga keadaan komunitas makrozoobenthos tidak stabil dan cenderung terdapat spesies yang mendominasi. Hal ini sejalan dengan yang

ditunjukkan oleh nilai dominansi pada stasiun 1 sebesar 1 yang tergolong tinggi, dimana menurut klasifikasi Odum (1971) nilai dominansi yang mendekati 1 ($> 0,6$) menunjukkan adanya spesies yang mendominasi di daerah tersebut. Adapun spesies yang mendominasi di stasiun 1 adalah *Conus* sp.

Berdasarkan klasifikasi Odum (1971), maka keanekaragaman pada stasiun 2 tergolong rendah, keseragaman tergolong tinggi, sedangkan dominansinya tergolong sedang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi komunitas dalam keadaan labil akibat gangguan faktor lingkungan.

Indeks keanekaragaman dan keseragaman pada stasiun 3 tergolong rendah. Hal tersebut menunjukkan tingkat penyebaran rendah dan proporsi tiap individu tidak merata, sehingga cenderung terdapat spesies yang mendominasi. Sejalan dengan hal tersebut, indeks dominansi pada stasiun 3 tergolong tinggi, dimana *Cerithium* sp memiliki kepadatan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis lainnya. Jika terdapat spesies yang mendominasi maka kondisi struktur komunitas dapat dikatakan labil dan terjadi tekanan ekologis. Kondisi yang sama juga ditunjukkan oleh stasiun 4, dimana indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansinya pada stasiun tersebut tergolong sedang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penyebaran spesies sedang dan proporsi tiap jenis cukup merata, namun tidak terdapat spesies yang terlalu mendominasi pada stasiun tersebut.

3.6. Bray curtis

Indeks Bray Curtis digunakan untuk melihat tingkat kesamaan spesies antar stasiun. Pada umumnya, tingkat kesamaan dengan nilai tinggi didapatkan karena banyaknya spesies yang ditemukan pada stasiun satu, ditemukan pula di stasiun lainnya. Berdasarkan Tabel 3, indeks kesamaan paling tinggi terdapat antara stasiun 3 dan 4 yaitu sebesar 19,2 %, karena hampir seluruh spesies yang di temukan pada stasiun 3 ditemukan juga pada stasiun 4 yaitu *Cerithium* sp., *Tellina* sp., *Vexillum* sp. dan *Polinices* sp. Selain itu stasiun 3 merupakan daerah yang tergenang air (pasang) dua kali dalam sehari, sedangkan stasiun 4 merupakan daerah yang selalu tergenang air, baik dalam keadaan pasang maupun surut, sehingga kedua stasiun tersebut memiliki intensitas perendaman air yang hampir sama.

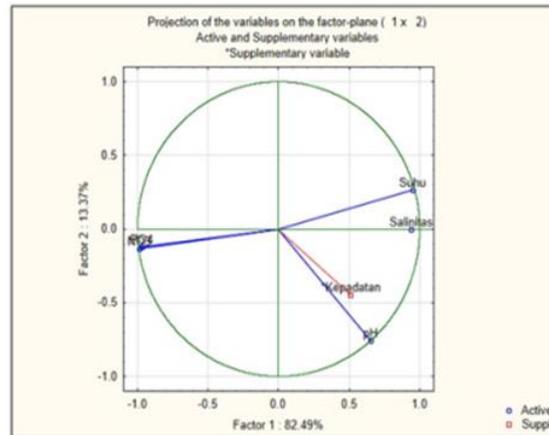
Tabel 3. Matriks Kesamaan Antar Stasiun

Stasiun	1	2	3	4
1	0	0	0	0
2	0	0	14,3	2,2
3	0	14,3	0	19,2
4	0	2,2	19,2	0

Stasiun 2 dan 3 memiliki tingkat kesamaan sebesar 14,3 %, sedangkan stasiun 1 tidak memiliki kesamaan dengan stasiun lainnya, baik dengan stasiun 2, 3 ataupun 4, karena spesies yang ditemukan pada stasiun 1 yaitu *Conus* sp tidak ditemukan pada stasiun 2,3 dan 4. Nilai tingkat kesamaan yang didapatkan di stasiun 2 dan 4 adalah sebesar 2,2 %, karena jenis spesies yang ditemukan sama pada stasiun 2 dan 4 sangat sedikit, yaitu *Cerithium* sp dan *Mellanela* sp. Sedikitnya spesies yang sama pada stasiun 2 dan 4 dikarenakan daerah tersebut memiliki intensitas perendaman air yang berbeda, dimana pada stasiun 2 hanya tergenang air 2 kali dalam sebulan (pasang tertinggi) dan stasiun 4 selalu tergenang air baik pasang ataupun surut. Perbedaan intensitas terendam air pada 2 stasiun tersebut menyebabkan spesies yang sama ditemukan sangat sedikit. Nybakken, (1992) menyatakan bahwa semakin lama terpapar atau terkena udara (kehilangan air), semakin kecil kesempatan untuk mencari makan dan mengakibatkan kekurangan energi.

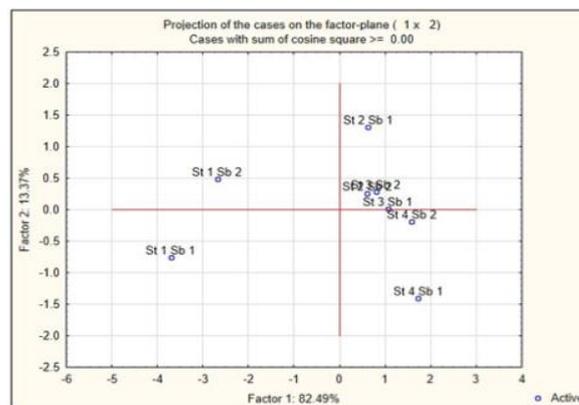
3.7. Principal component analysis

Gambar 5 menunjukkan hasil analisis hubungan parameter fisika-kimia sedimen terhadap makrozoobenthos. Faktor 1 dapat menjelaskan 82,49 % dari ragam total dengan nilai akar ciri sebesar 4,12. Adapun parameter fisika-kimia sedimen yang dapat diinformasikan oleh faktor 1 adalah suhu, salinitas, nitrat dan fosfat, sedangkan faktor 2 dapat menjelaskan sebesar 13,37 % dari ragam total yang dicirikan oleh parameter pH.



Gambar 5. Analisis PCA Kepadatan Makrozoobenthos dengan Parameter Fisika-Kimia Sedimen

Kepadatan makrozoobenthos dapat dijelaskan oleh faktor 1, sehingga dipengaruhi oleh nitrat, fosfat, suhu, dan salinitas. Kepadatan makrozoobenthos memiliki hubungan yang berbanding lurus terhadap suhu dan salinitas, dimana ketika suhu meningkat hingga batas toleransi, maka kepadatan makrozoobenthos juga akan tinggi dan sebaliknya jika suhu sedimen rendah atau kurang dari batas toleransi, maka kepadatan makrozoobenthos juga akan menurun. Nitrat dan fosfat memiliki hubungan yang berbanding terbalik.



Gambar 6. Analisis PCA Penyebaran Sub-Stasiun Pengamatan

Gambar 6 menunjukkan analisis penyebaran substasiun pengamatan, dimana Faktor 1 dapat menginformasikan Stasiun 1 (substasiun 1 dan 2), Stasiun 2 (substasiun 2), Stasiun 3 (substasiun 1 dan 2), dan Stasiun 4 (substasiun 1 dan 2), sehingga stasiun serta substasiun tersebut tercirikan oleh suhu, salinitas, nitrat (NO_3), dan fosfat (PO_4). Sedangkan faktor 2 dapat menginformasikan Stasiun 2 (substasiun 1), sehingga tercirikan oleh pH.

4. Simpulan

Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 4 bulan di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai Desa Pemogan, Denpasar menunjukkan bahwa pasang surut mempengaruhi struktur komunitas makrozoobenthos, dimana kepadatan tertinggi diperoleh pada daerah yang

selalu tergenang oleh air baik ketika maupun surut, sedangkan kepadatan terendah diperoleh pada stasiun 1 yang tidak pernah tergenang oleh air. Dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 4 bulan di Zona Pemanfaatan Taman Hutan Raya (TAHURA) Ngurah Rai Desa Pemogan, Denpasar didapat 23 spesies yang termasuk kedalam 3 filum yaitu Mollusca (20 jenis), Platyhelminthes (1 jenis), dan Arthropoda (2 jenis). Kepadatan makrozoobenthos yang ditemukan berkisar 0,01579 – 2,95836 ind/cm². Hasil analisis struktur komunitas yang meliputi indek keanekaragaman, indeks keseragaman dan dominansi secara umum pada daerah tersebut memiliki keanekaragaman makrozoobenthos yang termasuk dalam kategori rendah-sedang, keseragaman termasuk dalam kategori rendah-tinggi dan dominansi termasuk dalam kategori sedang-tinggi.

Parameter fisika – kimia sedimen yang diamati meliputi suhu, salinitas, pH, nitrat dan fosfat. Pada penelitian ini, suhu sedimen masih pada batas toleransi hidup makrozoobenthos yang berkisar 28-31°C. Nilai pH pada setiap stasiun masih dalam kisaran normal yaitu 7. Salinitas sedimen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 2 – 6 ‰. Kandungan nitrat yang diperoleh berkisar 13 – 87 ppm dan fosfat yang diperoleh berkisar 118 – 305 ppm. Hasil analisis PCA menunjukkan bahwa kepadatan makrozoobenthos dipengaruhi oleh suhu, salinitas, nitrat (NO₃), dan fosfat (PO₄).

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam pembuatan jurnal ilmiah ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada keluarga besar Fakultas Kelautan dan Perikanan UNUD, teman-teman satu angkatan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuan yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- Asriani, W. O., Emiyarti & Ishak E. (2013). Studi Kualitas Lingkungan Di Sekitar Pelabuhan Bongkar Muat Nikel (Ni) Dan Hubungannya Dengan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Perairan Desa Motui Kabupaten Konawe Utara. *Mina Laut Indonesia*, **3**(12), 22-35.
- Brower, J. & J. Zar. (1989). *General Ecology, Field and Laboratory Methods*. Iowa: Brown Company Publ.
- Faisal, B. (2001). *Struktur Komunitas Makrozoobenthos (Kelas: Bivalvia dan Gastropoda) Pada Saat Pasang dan Surut Di Kawasan Suaka Margasatwa Muara Angke – Kapuk, Jakarta Utara*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Magfirah, E., & Haya, L. O. M. Y. (2014). Karakteristik Sedimen Dan Hubungannya Dengan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Tahi Ite Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara. *Mina Laut Indonesia*, **4**(14), 117-131.
- Martuti, N. K. T. (2013). Keanekaragaman Mangrove di Wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA*, **36**(2), 123-130.
- Nybakken, J. W. (1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta, Indonesia: PT Gramedia.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*. (3rd ed.). Philadelphia, Pennsylvania: Wb. Sounder Company Ltd.
- Patty, S. I. (2015). Karakteristik Fosfat Dan Nitrat Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Selat Lembeh Sulawesi Utara. *Jurnal Persisir Dan Laut Tropis*, **2**(1), 1-7.
- Pribadi, P., Hartati, R., Chrsna, A. & Suryono. (2009). Komposisi Jenis Dan Distribusi Gastropoda Di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Ilmu Kelautan*, **14**(2), 102-111.
- Purnami A. T., Sunarto & Setyono Prabang. (2010). Study Of Benthos Community Based on Diversity and Similarity Index in Cengklik Dan Boyolali. *EKOSAINS*, **2**(2), 50-65.
- Rajab, A., Bahtiar & Salwiyah. (2016). Studi Kepadatan Dan Distribusi Kerang Lahubado (*Glauconome* sp) Di Perairan Teluk Staring Desa Ranooha Raya Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, **1**(1), 1-12.

- Robin, A. (2008). *Encyclopedia of marine gastropods*. Germany: Mainzer str.
- Rukminasari, N., Nadiarti & Awaluddin K. (2014). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium Dan Laju Pertumbuhan *Halimeda* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan*, **24**(1), 28-34
- Sayekti, L. A. (2006). *Distribusi dan Struktur Komunitas Makrozoobenthos Serta Kondisi Perairan Di Teluk Jakarta*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Program Studi dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Sidik, R. Y., Dewiyanti, I. & Octavina, C. (2016). Struktur Komunitas Makrozoobenthos Di Beberapa Muara Sungai Kecamatan Susoh Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyah*, **1**(2), 287-296.
- Somerfield, P. J. (2008). Identification Of the Bray-Curtis Similarity Index: Comment on Yoshioka. *Plymouth PL1 3DH, UK*, **372**, 303-306
- Yolanda, R., Syaifulloh, S., Nurdin, J., Febriani, Y. & Muchlisin, Z. A. (2015). Diversity Of Gastropods (Mollusc) In the Mangrove Ecosystem of The Nirwana Coast Padang city, West Sumatra, Indonesia. *AAFL BIOFLUX*, **8**(5), 687-693.
- Yunitawati, Sunarto & Hasan Z. (2012). Hubungan Antara Karakteristik Substrat Dan Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, **3**(3), 221-227



© 2023 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).