

BIODIVERSITAS MAKROBENTOS SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS HABITAT PADA EKOSISTEM MANGROVE

MACROBENTHOS BIODIVERSITY AS AN INDICATOR HABITAT QUALITY IN MANGROVE ECOSYSTEMS

Destiana^{1*}, Siti Puji Lestariningsih¹, Herlina Darwati¹ dan Dian Iswandar²

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura
Jl. Daya Nasional Pontianak, 78124 Indonesia

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Bojonegoro No 1, Bandar Lampung, 35145 Indonesia
Email: destiana@fahutan.untan.ac.id

ABSTRAK

Makrobentos adalah salah satu organisme yang berperan penting dalam proses dekomposisi serasah pada hutan mangrove, akan tetapi keberadaan organisme ini sangat sensitive terhadap perubahan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman makrobentos sebagai indikator kualitas habitat pada hutan mangrove. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode cluster plot dengan teknik *purposive sampling*. Terdapat 3 stasiun pengamatan dengan kondisi berbeda, yaitu hutan mangrove alami, areal bekas tambak dan areal yang berdekatan dengan ladang pertanian. Masing-masing stasiun pengamatan terdapat 3 plot dan 5 subplot, sehingga total plot pengamatan sebanyak 45 plot. Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan makrobentos berkisar di antara 10-15 individu/m², dengan indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 1,49-1,73. Secara umum kondisi ini menggambarkan bahwa habitat mangrove masuk dalam klasifikasi sedang atau dengan kata lain berdasarkan kondisi struktur komunitas biota bentos di hutan mangrove di Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah berkategori stabil. Diperlukan monitoring yang terukur dan kontinuitas untuk menjaga fungsi ekologi makrobentos dalam ekosistem hutan mangrove.

Kata kunci: Keanekaragaman, Kemelimpahan, Mangrove, Makrobentos

ABSTRACT

Macrobenthos is one of the organisms that play an essential role in the decomposition process of litter in mangrove forests. Still, the existence of these organisms is susceptible to environmental changes. This study aims to determine the sustainability and diversity of macrobenthos as an indicator of habitat quality in mangrove forests. Data was collected using the cluster plot method with the purposive sampling technique. There are 3 observation stations with different conditions, namely natural mangrove forests, former pond areas, and areas adjacent to agricultural fields. Each observation station has 3 plots and 5 subplots, so the total observation plots are 45 plots. The results showed macrobenthos ability ranged from 10-15 individuals/m², with the diversity index (H') ranging from 1.49 to 1.73. In general, this condition illustrates that mangrove habitat is included in the medium classification or, in other words, based on the state of the structure of the benthos biota community in the mangrove forest in Siantan District Mempawah regency is a reasonably stable category. Measurable and continuous monitoring is needed to maintain the ecological function of macrobenthos in the mangrove forest ecosystem.

Keywords: Abundance, Diversity, Mangrove, Macrobenthos

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah salah satu kawasan hutan yang memiliki karakteristik habitat yang khas (salinitas, pasang surut, substrat dan angin) dibandingkan dengan kawasan hutan lainnya (Tefarani et al., 2019).

Hutan mangrove berada di daerah intertidal sehingga menyebabkan interaksi sifat biologi dan sifat fisik dari ekosistem ini menjadi sangat kompleks, dinamis dan cenderung labil. Madyowati dan Kusyairi, (2020) menyatakan terjadinya fluktuasi arus pasang surut di daerah ini dapat memberikan

pengaruh besar terhadap beberapa faktor lingkungan seperti kadar garam (salinitas), lama genangan, kondisi substrat dan morfologi pantai. Hal ini menjadi salah satu faktor pembatas bagi tumbuhan dan biota tertentu untuk bisa hidup dan berkembang pada ekosistem ini (Madyowati dan Kusyairi 2020).

Hutan mangrove merupakan ekosistem unik dan vital yang menghubungkan daratan dan laut di wilayah tropis dan sub tropis (Rahman et al., 2021), sehingga mendukung sistem kehidupan (Iswandaru et al., 2018). Salah satunya sebagai habitat makhluk hidup dan biota perairan (Junaldi et al., 2019; Permata et al., 2021) karena mangrove memiliki produktivitas dan daya dukung yang tinggi (Melo et al., 2020).

Sebagai salah satu ekosistem memiliki produktivitas yang tinggi, proses dekomposisi bahan organik di hutan mangrove sangat bergantung pada mikroorganisme yang disebut makrobentos. Makrobentos adalah biota yang hidupnya menetap dan memiliki kemampuan toleransi yang tinggi dengan kondisi lingkungan yang ada di ekosistem mangrove (Nadaa et al., 2021). Biota tersebut berperan dalam proses dekomposisi dan membantu menjaga keseimbangan ekosistem hutan mangrove, sehingga biota ini sering dijadikan sebagai indikator keseimbangan lingkungan (Ulfah dan Zainuri, 2012).

Makrobentos berperan dalam proses dekomposisi awal serasah di hutan mangrove. Serasah daun yang gugur dicacah atau dipotong-potong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk kemudian dilanjutkan oleh organisme pengurai lainnya seperti bakteri dan fungi (Dharmawan et al., 2016; Sari et al., 2017). Proses ini salah satu komponen utama dalam produktivitas primer hutan mangrove dan selanjutnya memiliki peran besar dalam distribusi bahan organik tanah dari vegetasi.

Salah satu habitat hutan mangrove yang masih alami berada di Kecamatan Siantan, sehingga perlu dipertahankan dan dijaga kelestariannya. Dengan kata lain, untuk mempertahankan dan menjaga kelestarian hutan mangrove ini diperlukan data dan informasi tentang kondisi komponen biotik seperti makrobentos dalam rangka mendukung fungsi ekologi hutan mangrove. Penelitian ini bertujuan menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman jenis makrobentos di hutan mangrove sebagai indikator kualitas habitat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat (Gambar 1) pada bulan Agustus–September 2021. Pengumpulan data dilakukan dengan metode cluster plot. Titik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Cluster plot diletakkan pada 3 stasiun pengamatan dengan kondisi berbeda yaitu hutan mangrove alami (stasiun 1), areal bekas tambak (stasiun 2) dan areal yang berdekatan dengan lahan pertanian (stasiun 3). Masing-masing stasiun terdapat 3 plot ukuran 10 x 10 meter untuk mendata vegetasi mangrove tingkat pohon. Setiap plot terdapat 5 sub plot ukuran 1x1 meter untuk mengambil sampel makrobentos. Jumlah total plot yaitu 9 plot untuk vegetasi mangrove dan 45 sub plot untuk makrobentos. Sampel makrobentos dikumpulkan dengan cara mengambil setiap jenis makrobentos yang ditemukan dalam sub plot yang ada di bagian akar, batang dan substrat. Selanjutnya, sampel dibersihkan dan disimpan dalam botol. Proses identifikasi sampel mengacu pada buku identifikasi moluska Dharma (1988) dan Dharma (2005) serta beberapa referensi artikel terbaru seperti Mustapha et al., (2021) dan Lee et al., (2015).

Kerapatan vegetasi

Analisis data kerapatan mangrove ditentukan dengan rumus (Mueller Dumbois dan Ellenberg, 1974) :

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas petak ukur}}$$

Indeks Keanekaragaman (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan : H' = indeks keanekaragaman; Pi = ni/N; Ni = jumlah individu jenis ke-I; N = jumlah total individu semua jenis

Indeks keanekaragaman (H') adalah indeks yang digunakan untuk menggambarkan biodiversitas, kondisi dan kestabilan ekosistem. Jenis organisme yang beragam dalam suatu habitat dapat menggambarkan semakin stabil suatu ekosistem (Nadaa et al., 2021). Menurut Permitha et al., (2019) kategori indeks diversitas dapat dikalsifikasikan menjadi :

$H' < 1$ = diversitas rendah; $1 \leq H' \leq 3$ = diversitas sedang; $H' > 3$ = diversitas tinggi

Indeks Kelimpahan

Kelimpahan dihitung untuk mendapatkan gambaran berapa jumlah makrobentos dalam satuan meter persegi. Kelimpahan dihitung dengan rumus (Ulfa et al., 2017) :

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

Keterangan : Di = Kelimpahan Individu Jenis ke-I (individu/m²); ni = Jumlah individu jenis i; A = Luas kotak pengambilan sampel (m²)

Indeks Keseragaman (E)

Keseragaman adalah indeks yang menggambarkan penyebaran individu suatu spesies dalam suatu habitat. Indeks ini berkisar dari 0-1, jika nilai E semakin kecil atau mendekati nol maka penyebaran individu yang ada dalam habitat tersebut tidak sama atau dapat diartikan terdapat spesies yang mendominasi begitu pula sebaliknya (Nadaa et al., 2021) :

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

Keterangan : E = Indeks Keseragaman populasi; H'= Indeks keanekaragaman; S = Jumlah spesies

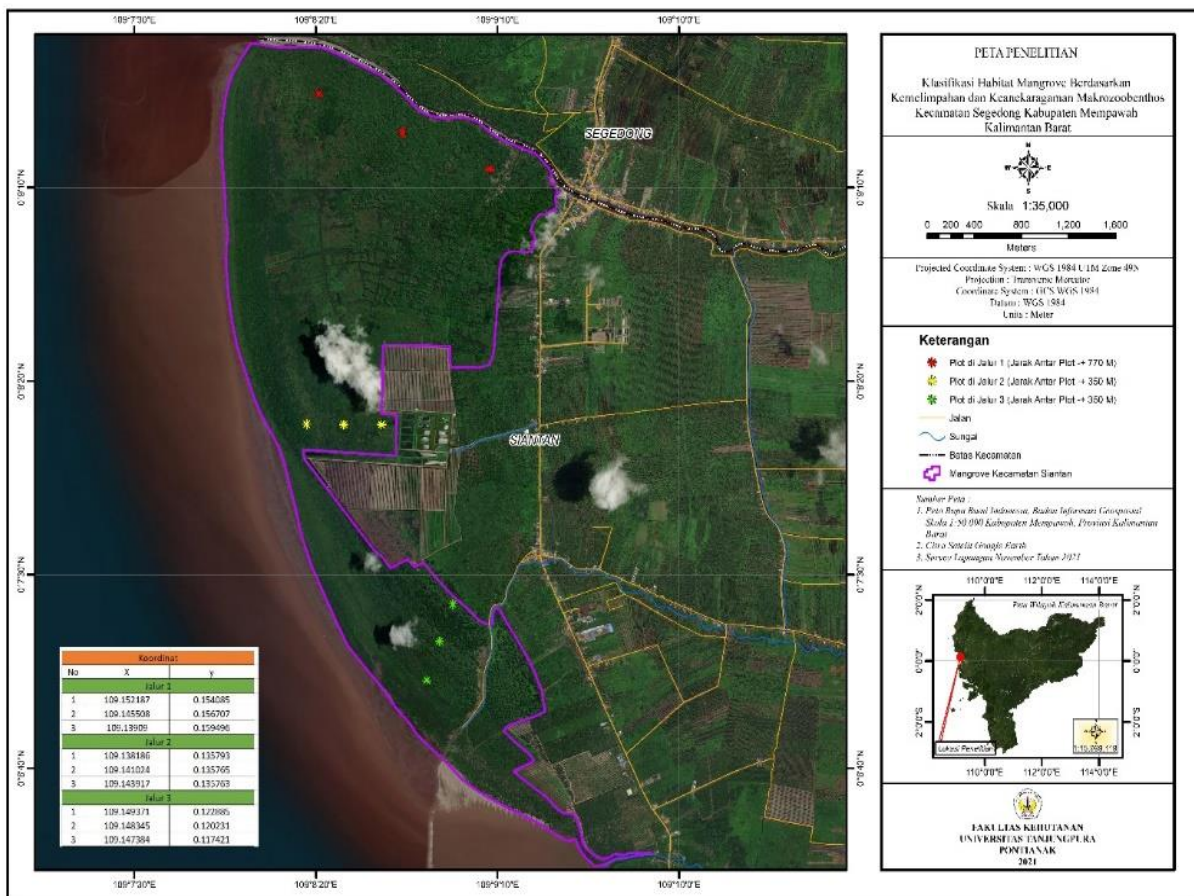
Indeks Dominansi

Indeks dominansi adalah skala kuantitatif yang menggambarkan tingkat dominan (penguasaan) jenis dalam satu habitat tertentu. Indeks dominansi (ID) dihitung dengan menggunakan formula (Odum, 1971) :

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

Keterangan : ID = Indeks dominansi; ni = Jumlah individu jenis i; N = Jumlah total individu seluruh jenis

Indeks dominansi (ID) bernilai antara nol sampai satu (0-1). Jika nilai indeks semakin dekat dengan nilai 0 maka tidak ada jenis yang dominan dan jika mendekati 1 maka terdapat dominansi dari satu atau beberapa jenis.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

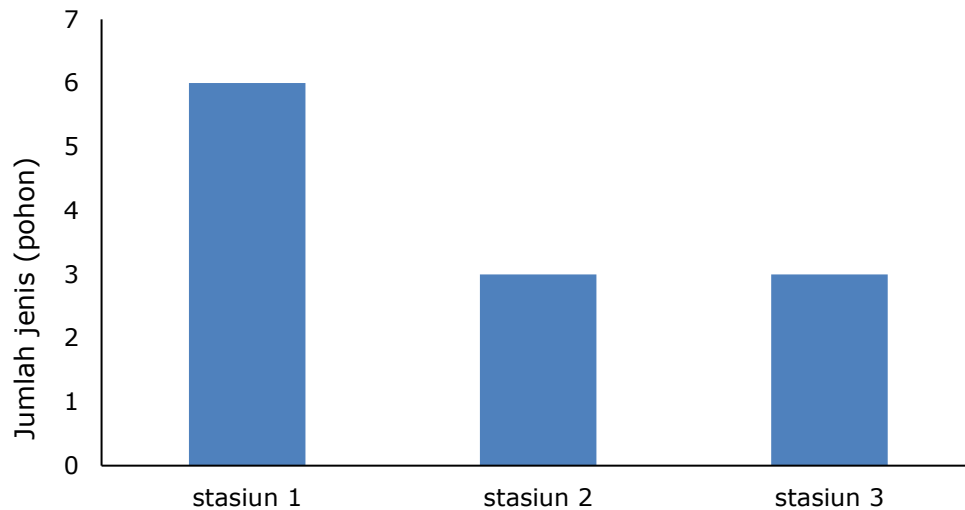
Komposisi Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove

Sebanyak 7 jenis vegetasi mangrove ditemukan di ketiga stasiun pengamatan yang terdiri dari *Avicenia officianalis*, *Nypah sp*, *Rhizophora apiculata*, *Avicenia lanata*, *Burgeria gymnoriza*, *Soneratia caseolaris* dan *Rhizophora mucronata*. Stasiun pertama merupakan stasiun yang memiliki komposisi jenis yang tertinggi dengan jumlah jenis vegetasi sebanyak 6 jenis vegetasi mangrove yang terdiri dari *Avicenia officianalis*, *Nypah sp*, *Rhizophora apiculata*, *Avicenia lanata*, *Burgeria gymnoriza*, *Soneratia caseolaris* dibandingkan dengan stasiun ke dua dan ketiga yang hanya terdiri dari 3 jenis saja yaitu dari *Nypah sp*, *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*

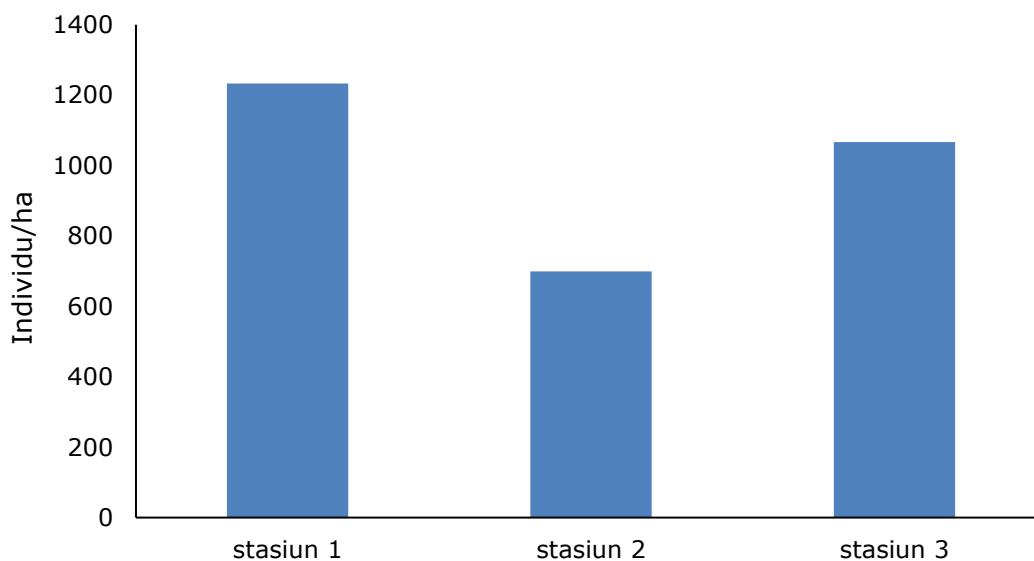
pada stasiun kedua dan *Nypah sp*, *Rhizophora apiculata* dan *Soneratia caseolaris* pada stasiun ketiga (Tabel 2 dan gambar 2).

Perbedaan komposisi jenis di ketiga stasiun ini disebabkan oleh perbedaan luasan hutan mangrove yang beragam serta perbedaan penggunaan lahan yang terjadi di ketiga stasiun. Adi et al., (2014) menyebutkan bahwa keanekaragaman vegetasi mangrove merupakan salah satu indikator yang melambangkan tekanan terhadap ekosistem yang disebabkan oleh penurunan kualitas lingkungan.

Banyaknya jenis mangrove yang ditemukan berbanding lurus dengan tingginya kerapatan mangrove, ditandai dengan banyaknya jumlah jenis yang ditemukan pada stasiun 1 dengan nilai 1.233 individu/ha, kemudian diikuti oleh stasiun 3 dan 2 dengan nilai kerapatan sebesar 1.067 individu/ha dan



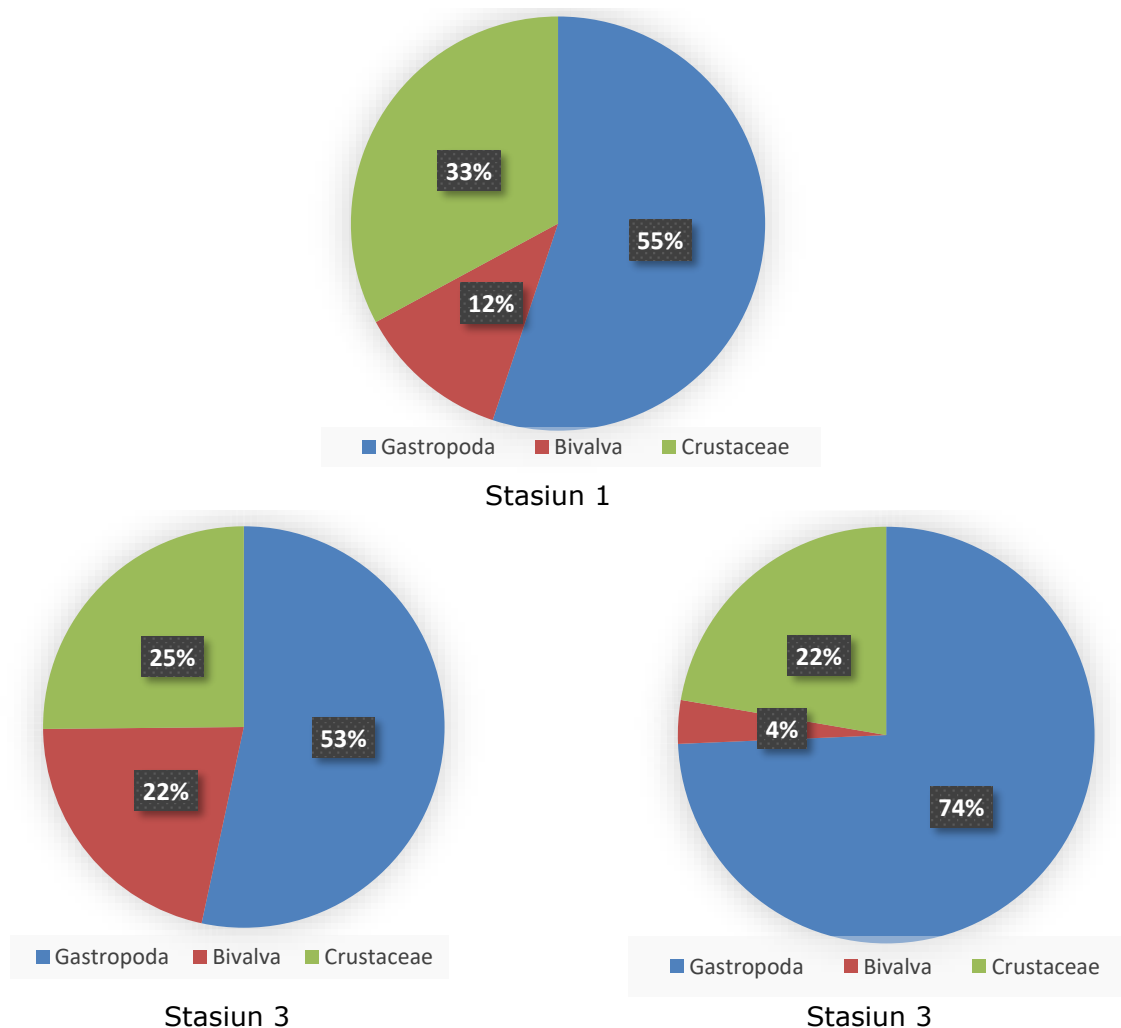
Gambar 2. Komposisi Jenis Vegetasi Mangrove



Gambar 3. Kerapatan Jenis Vegetasi Mangrove

Tabel 2. Komposisi Jenis dan Kerapatan Mangrove

Jenis	Stasiun (Individu/ha)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
<i>Avicenia officiandis</i>	233	0	0
<i>Nypah sp</i>	267	133	300
<i>Rhzipora apiculata</i>	100	500	667
<i>Avicenia lanata</i>	467	0	0
<i>Burgeria gymnoriza</i>	67	0	0
<i>Soneratia caseolaris</i>	100	0	100
<i>Rhizophora mucronata</i>	0	67	0
Jumlah	1.233	700	1.067



Gambar 4. Persentase Komposisi Jenis Makrobentos di Tiap Stasiun

700 individu/ha. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerapatan Mangrove, maka kerapatan mangrove, termasuk klasifikasi sedang di stasiun 1 dan stasiun 3, dan mangrove di stasiun 2 masuk ke dalam kategori rendah. Kondisi ini disebabkan oleh vegetasi mangrove yang ada pada stasiun 2 didominasi oleh tumbuhan

mangrove yang sudah tua, sehingga untuk pertumbuhannya memerlukan ruang tumbuh yang lebih luas. Mulia (2012) menyatakan semakin bertambahnya umur, maka tumbuhan semakin membutuhkan ruang untuk tumbuh. Rendahnya kerapatan pada stasiun 2 juga disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan mangrove menjadi tambak sehingga mengurangi luasan mangrove alam.

Komposisi Jenis Makrobentos

Makrobentos hidup menetap dan dapat beradaptasi secara khusus terhadap keadaan lingkungan. Ulfah dan Zainuri (2012) menyatakan makro zoobentos berperan penting jaring-jaring makanan. Sebanyak 12 jenis ditemukan terdiri dari tigakelas. Ketiga kelas tersebut terdiri dari kelas Gastropoda: *Cassidula aurisfelis*, *Dostia cornucopia*, *Dostia violacea*, *Terebralia palustris*, *Ellobium aurisjudae*, *Cassidula nucleus*, *Cerithidea cingulata*; kelas Bivalva: *Tellina remies* dan *Polymesoda erosa sreta* kelas Crustacea : *Uca sp*, *Metaplox sp* dan *Episesarma versicolor* (Tabel 3).

Stasiun 1 adalah stasiun dengan jumlah jenis makrobentos tertinggi yaitu 225 individu yang terdiri dari 7 jenis makrobentos dengan persentase Gastropoda 55%, Crustace 33 % dan Bivalva 12 % dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3 yang masing-masing hanya terdiri dari 6 jenis makrobentos dengan persentase Gastropoda 53 %, Crustaceae 25 % dan Bivalva 22 % di stasiun 2 dan Gastropoda 74 % Gastropoda, Crustaceae 22 % dan Bivalva 4 % pada stasiun 3 (Gambar 4). Dari ketiga stasiun pengamatan kelas gastropoda adalah kelas yang paling banyak dijumpai dibandingkan dengan kelas bivalva dan Crustaceae. Tingginya komposisi jenis dari kelas gastropod ini karena gastropoda termasuk hewan jenis penempel dan mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan sehingga selain dapat ditemukan di substrat, hewan ini juga dapat ditemukan di bagian lain tanaman mangrove

yang melekat pada bagian batang atau perakaran tanaman. Hal ini serupa dengan hasil penelitian dari Permitha et al., (2019), menunjukkan dari 21 genus yang ditemukan pada lokasi penelitian terdapat 10 genus yang berasal dari kelas gastropoda kemudian diikuti 4 genus dari kelas Bivalve, 2 genus dari Kelas Echinodae dan Malacostracta serta 1 genus dari Ophiuroidae, Polychaeta dan Polyplacophora. Ulfah dan Zainuri, (2012) juga menyatakan bahwa Gastropoda, Bivalva dan Polychaeta, lebih mampu beradaptasi pada lingkungan ekstrim dibandingkan dengan jenis Crustacea.

Struktur Komunitas

Indeks keanekaragaman jenis (H') dapat menunjukkan struktur komunitas. Keanekaragaman suatu komunitas tergolong tinggi jika memiliki beberapa jenis yang kelimpahan tiap jenisnya sama atau hampir sama. Keanekaragaman jenis rendah jika suatu komunitas terdiri oleh sedikit jenis dan yang mendominasi hanya sedikit jenis. Hasil pengamatan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan nilai 1,83. Jika dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3, hal ini dikarenakan stasiun 1 merupakan stasiun yang memiliki jumlah jenis biota bentos tertinggi jika dibandingkan dengan dua stasiun lainnya yang hanya terdiri dari 6 jenis dengan nilai indeks keanekaragaman 1,49 dan 1,73. Perbedaan kondisi komunitas ini dikarenakan kondisi hutan mangrove di stasiun 1 berupa mangrove yang masih alami dan relatif baik

Tabel 3. Komposisi jenis hewan makrobentos

Jenis	Stasiun (individu /m ²)		
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Gastropoda	<i>Cassidula aurisfelis</i>	-	33
	<i>Dostia cornucopia</i>	-	29
	<i>Dostia violacea</i>	60	-
	<i>Terebralia palustris</i>	29	21
	<i>Ellobium aurisjudae</i>	35	-
	<i>Cassidula nucleus</i>	-	27
	<i>Cerithidea cingulata</i>	-	27
Bivalva	<i>Tellina remies</i>	10	5
	<i>Polymesoda erosa</i>	17	-
Crustaceae	<i>Uca</i>	42	16
	<i>Metaplox sp</i>	-	-
	<i>episesarma versicolor</i>	32	17
Jumlah	225	168	148

Tabel 4. Kelimpahan, Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (E) Hewan Makrobentos

Stasiun	Keanekaragaman (H')	Kelimpahan (Individu/m ²)	Keseragaman (E)	Dominansi (ID)
1	1,83	15	0,94	0,17
2	1,49	11	0,83	0,18
3	1,73	10	0,97	0,16

serta memiliki luasan mangrove terbesar jika dibandingkan dengan dua stasiun lainnya yang telah terdegradasi menjadi lahan tambak dan pertanian. Perairan estuary yang terganggu oleh aktivitas manusia akan mengakibatkan terjadinya penurunan biodiversitas organisme (biota bentos) di suatu ekosistem (Afif et al., 2014). Struktur komunitas makrobentos terutama gastropoda dan bivalvia dalam ekosistem hutan mangrove memiliki peran yang sangat penting (Isnainingsih dan Patria, 2018). Secara umum berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, hewan makrobentos pada ketiga stasiun pengamatan termasuk ke dalam kategori sedang. Nilai indeks keanekaragaman ini menggambarkan bahwa kondisi struktur komunitas biota bentos di hutan mangrove di Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah terbilang stabil.

Kelimpahan organisme menunjukkan jumlah individu per satuan luas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dari ketiga stasiun pengamatan, stasiun 1 mempunyai kelimpahan paling tinggi yaitu 15 individu/m² dibandingkan dengan stasiun 2 dengan kelimpahan 11 individu/m² dan stasiun 3 dengan nilai kelimpahan 10 individu/m² (Tabel 4). Tingginya kelimpahan mangrove pada stasiun 1 karena kerapatan vegetasi pada stasiun ini lebih tinggi daripada kedua stasiun lainnya. Kerapatan vegetasi mangrove akan mempengaruhi kelimpahan biota bentos. Hal ini karena biota makrobentos adalah salah satu biota yang menjadikan vegetasi mangrove sebagai sumber pakan utama dalam pertumbuhan dan perkembangbiakannya, sehingga dengan banyaknya sumber pakan ini akan berdampak pada keberlangsungan hidupnya. Ketersediaan bahan organik dalam ekosistem mangrove dipengaruhi oleh kerapatan dan jenis vegetasinya yang akan berdampak pada kestabilan ekosistem mangrove sehingga semakin baik dan stabil ekosistemnya maka kelimpahan makrobentos juga akan semakin tinggi (Nadaa et al., 2021).

Keseragaman adalah komposisi jumlah individu dalam setiap genus yang terdapat dalam komunitas. Nilai keseragaman diperoleh melalui perbandingan indeks keanekaragaman dengan jumlah taksa dalam suatu komunitas. Makrobentos di tiga zona ini memiliki nilai indeks keseragaman yang relative sama yaitu berkisar antara 0,83 - 0,97 yang mendekati satu (Tabel 2). Nilai keseragaman ini menandakan bahwa penyebaran jumlah individu tiap jenis pada makrobentos merata dan tidak ada jenis yang mendominasi. Hal ini juga dipertegas dari hasil analisis indeks dominansi pada tiga zona pengamatan yang berkisar antara 0,16 - 0,18 (Tabel 2). Nilai dominansi di tiga zona pengamatan hampir mendekati angka nol, dimana hal ini menandakan bahwa tidak ada jenis yang mendominasi atau dengan kata lain tiap jenis menyebar merata. Indeks keseragaman yang mendekati angka 1 dan Indeks dominansi yang mendekati 0 menunjukkan bahwa kondisi habitat di lokasi pengamatan relative stabil. Isnainingsih dan Patria (2018) menyatakan bahwa rendahnya dominansi suatu spesies dalam suatu habitat mencerminkan bahwa lingkungan tersebut merupakan lingkungan yang ideal bagi kestabilan dan keseimbangan bagi komunitas moluska.

KESIMPULAN

Kelimpahan makrobentos berkisar diantara 10-15 individu/m², dengan Indeks keanekaragaman sedang ($H'=1,49-1,73$). Secara umum kondisi ini menggambarkan bahwa hutan mangrove di lokasi penelitian termasuk dalam kategori stabil. Oleh karena itu, diperlukan monitoring yang terukur dan kontinuitas untuk menjaga fungsi ekologi makrobentos dalam ekosistem hutan mangrove.

REFERENSI

Adi, J.S., Sudarmadji, S. & Subchan, W. 2014. The species composition and distribution

- pattern of Gastropod at Forrest Mangrove Block Bedul Segoro Anak, Alas Purwo National Park. *Jurnal Ilmu Dasar*, 14(2): 99-110. DOI: 10.19184/jid.v14i2.626
- Afif, J., Ngabekti, S. & Pribadi, T.A. 2014. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Di Ekosistem Mangrove Wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Unnes Journal of Life Science*, 3(1):47-52.
- Dharma, B. 1988. Siput dan Kerang Indonesia. Jakarta. PT. Sarana Graha.
- Dharma, B. 2005. Recent and Fossil Indonesian Shells. Germany. Conch Books.
- Dharmawan, I.W.E., Zamani, N.P. & Madduppa, H.H. 2016. Laju Dekomposisi Serasah Daun di Ekosistem Bakau Pulau Kelong, Kabupaten Bintan. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 1(1):1-10.
- Isnainingsih, N.R. & Patria, M.P. 2018. Peran Komunitas Moluska dalam Mendukung Fungsi Kawasan Mangrove di Tanjung Lesung, Pandeglang, Banten. *Jurnal Biotropika*, 6(2):35-44.
- Iswandaru, D., Khalil, A.R.A., Kurniawan, B., Pramana, R., Febryano, I.G. & Winarno, G.D. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Burung di Hutan Mangrove KPHL Gunung Balak. *Indonesian Journal of Conservation*, 7(1): 57-62.
- Junialdi, R., Yonariza, Y., & Arbain, A. 2019. Economic Valuation of Mangrove Forest At Apar Village Pariaman City of West Sumatra. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 16(2): 117-132. DOI: 10.20886/jakk.2019.16.2.117-132
- Lee, B.Y., Ng, N.K., & Ng, P.K.L. 2015. The taxonomy of five species of Episesarma De Man, 1895, in Singapore (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Sesarmidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 2015(July 2015):199-215.
- Madyowati, S.O. & Kusyairi, A. 2020. Mangrove Di Desa Banyuurip Kecamatan Ujung Pangkah. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4:116-124.
- Melo, R.H., Kusmana, C., Eriyatno & Nurrochmat, D.R. 2020. Short communication: Mangrove forest management based on multi dimension scalling (rap-mforest) in Kwandang sub-district, North Gorontalo District, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(4): 1352-1357. DOI: 10.13057/biodiv/d210411
- Mustapha, N., Baharuddin, N., Tan, S.K. & Marshall, D.J. 2021. The neritid snails of Brunei Darussalam: Their geographical, ecological and conservation significance. *Ecologica Montenegrina*, 42:45-61. DOI: 10.37828/em.202.42.2
- Nadaa, M.S., Taufiq-Spj, N., & Redjeki, S. 2021. Kondisi Makrozoobentos (Gastropoda dan Bivalvia) Pada Ekosistem Mangrove, Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(1):33-41. DOI: 10.14710/buloma. v10i1.26095
- Odum. 1971. Fundamental of Ecology. Sounders. Toronto
- Permata, C.O., Iswandaru, D., Hilmanto, R. & Febryano, I.G. 2021. Persepsi Masyarakat Pesisir Kota Bandar Lampung Terhadap Hutan Mangrove. *Journal of Tropical Marine Science*, 4(1):40-48. DOI: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v4i1.2078
- Permitha, R., Sila, I.G.B., & Faiqoh, E. 2019. Diversitas Makrozoobentos Berdasarkan Perbedaan Substrat Di Kawasan Ekosistem Mangrove Desa Pejarakan, Buleleng. *Journal of Marine Researctch and Technology*. 2(1):1-7.
- Rahman, M.H., Hossain, M.B., Habib, A., Noman, M.A. & Mondal, S. 2021. Mangrove associated macrobenthos community structure from an Estuarine island. *Biodiversitas*, 22(1):247-252. DOI: 10.13057/biodiv/d220130
- Sari, K.W., Yunasfi, Y. & Suryanti, A. 2017. Dekomposisi serasah daun mangrove Rhizophora apiculata di Desa Bagan Asahan, Kecamatan Tanjungbalai, Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 4(2): 88-94 DOI: 10.29103/aa.v4i2.308
- Tefarani, R., Tri Martuti, N.K. & Ngabekti, S. 2019. Keanekaragaman Spesies Mangrove dan Zonasi di Wilayah Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Life Science*, 8(1):41-53. DOI: 10.15294/lifesci.v8i1.29989
- Ulfa, M., Julyantoro, P.G.S. & Sari, A.H.W. 2017. 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. DOI:10.24843/jmas.2018.v4.i02.179-190
- Ulfah, Y. & Zainuri, M. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak. *Diponegoro Journal of Marine Research*, 1(2):188-196. DOI: 10.14710/jmr.v1i2.2037