

Distribution of Macrozoobenthos as a Bioindicator of Water Quality at Tanjung Peni Beach, Citangkil District, Cilegon City

(Sebaran Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pantai Tanjung Peni Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon)

Putri Nadia¹, Hery Sutrawan Nurdin^{1✉} dan Desy Aryani²

¹ Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl, Raya Palka Km. 03, Sindangsari, Banten, Indonesia

² Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl, Raya Palka Km. 03, Sindangsari, Banten, Indonesia

Email: 4443200059@untirta.ac.id; hery.sutrawan@untirta.ac.id; desy.aryani@untirta.ac.id

Article Info:

Received : 14 Juli 2024

Accepted : 11 Sept. 2024

Online : 1 Okt. 2024

Article type :

<input type="checkbox"/>	Review Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword :

Anthropogenic, Family Biotic Index, Morisita.

Corresponding Author :

Hery Sutrawan Nurdin
Universitas Sultan Ageng
Tirtayasa, Banten, Indonesia

Email :

hery.sutrawan@untirta.ac.id



Copyright©2024, Putri Nadia, Hery Sutrawan Nurdin, Desy Aryani

Abstract

Cilegon City has several rivers, one of which empties into Tanjung Peni Beach, the location is behind the Cilegon Estate Industrial Estate. There are changes in water quality due to several anthropogenic activities around coastal areas, so that they affect organisms, especially macrozoobenthos. This study aims to analyze the distribution of macrozoobenthos and analyze the status of water quality conditions. The research was conducted in March-May 2024 at Tanjung Peni Beach, Citangkil District, Cilegon City using a purposive sampling method consisting of 3 observation stations. There are several data analyses, namely abundance, diversity, uniformity, dominance, morisita, sediment texture and Family Biotic Index (FBI). The macrozoobenthos obtained consisted of 34 species from 3 classes, namely gastropods (29 species), bivalves (1 species) and malacostraca (4 species). The distribution of macrozoobenthos obtained is diverse and grouped with the texture of sand sediments and clay clay. Based on the calculations of the three stations, the diversity value is medium, the uniformity value is small and high, and the dominance value is low and medium. Based on FBI calculations, the water quality condition at Tanjung Peni Beach is at station 1 at 6,057 (somewhat poor), station 2 at 6,091 (somewhat poor) and station 3 at 5,694 (moderate).

I. PENDAHULUAN

Pantai Tanjung Peni adalah kawasan perairan yang memiliki luas wilayah 175,51 km², dengan wilayah pesisir yang terbentang sepanjang 40,88 km dari utara hingga selatan garis pantai (Panamerdeka 2019). Lokasinya terletak di belakang Kawasan Industri Estate Cilegon (KIEC) Desa Warnasari, Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon. Terdapat hutan mangrove dan aliran sungai yang bersumber dari pemukiman warga dan pabrik industri. Selain itu disekitar Pantai

Tanjung Peni juga dimanfaatkan sebagai daerah penangkapan ikan dan kawasan wisata.

Meningkatnya aktivitas masyarakat disekitar Pantai Tanjung Peni dapat menyebabkan terjadinya aktivitas antropogenik dan limpasan sungai yang dapat memicu penurunan kualitas air akibat masuknya bahan pencemar ke dalam perairan. Limbah yang dibuang langsung ke perairan tanpa pengelolaan terlebih dahulu dapat menyebabkan penurunan kualitas air (Damaianto *et al.* 2014). Beralihnya ekosistem pesisir Pantai Tanjung Peni menjadi kawasan industri dapat

menyebabkan ekosistem perairannya terganggu, khususnya makrozoobenthos yang dapat dijadikan sebagai pendekatan untuk memprediksi kualitas perairan.

Organisme yang hidup di dalam atau di permukaan sedimen disebut makrozoobenthos (Bai'un *et al.* 2021). Umumnya habitat hidup makrozoobenthos relatif tetap dengan pergerakan yang lambat dan tahan terhadap kontaminasi yang masuk ke tubuhnya sehingga dimanfaatkan sebagai indikator biologis perairan. Makrozoobenthos merupakan komponen penting dalam siklus bahan organik dan proses mineralisasi sedimen sehingga hal ini dapat dijadikan untuk menjaga keseimbangan nutrisi ekosistem perairan (Nangin *et al.* 2015).

Sehubung terdapatnya berbagai aktivitas di sekitar wilayah pesisir dapat berpotensi mengganggu kualitas perairan dan organisme khususnya makrozoobenthos. Oleh karena itu pentingnya melakukan penelitian mengenai sebaran makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Pantai Tanjung Peni, Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon. Hal ini bertujuan untuk menganalisis sebaran makrozoobenthos dan menganalisis kondisi kualitas perairan Pantai Tanjung Peni, Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon.

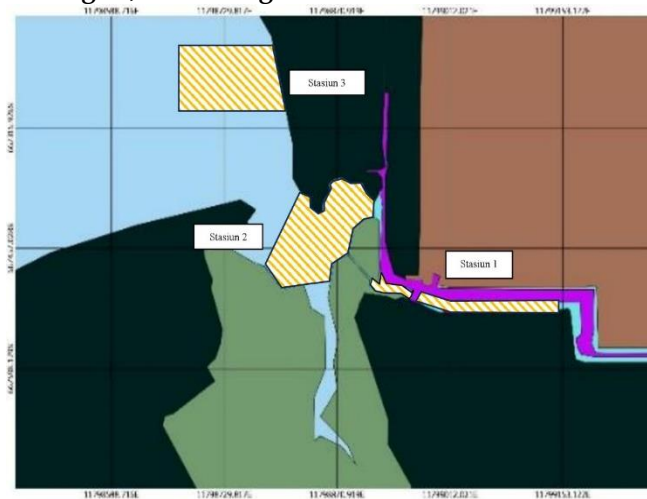
II. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2024 di Pantai Tanjung Peni Desa Warnasari, Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon. Parameter suhu, kecerahan, kedalaman, pH air, pH sedimen, oksigen terlarut (DO) dan salinitas di uji secara *in situ*. Parameter tekstur sedimen diuji secara *ex situ* di Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit Unit Bogor. Parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) diuji secara *exsitu* di Unit Pelaksana Teknis Laboratorium Kesehatan (UPT Labkes) Dinas Kesehatan Kabupaten Serang.

2.2. Penentuan Area Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun dan titik sampling menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan sumber masuknya bahan pencemar. Terdapat 3 titik stasiun pengambilan sampel yaitu stasiun 1 terletak di aliran sungai yang bersumber dari aliran limbah pabrik dan limbah rumah tangga, stasiun 2 terletak di sekitar muara sungai yang terdapat hutan mangrove, stasiun 3 terletak di wilayah laut. Pengukuran dan pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan interval waktu 1 minggu.



Gambar 1. Area pengambilan sampel

2.3. Pengambilan Sampel Makrozoobenthos

Pengambilan sampel sedimen dan organisme makrozoobenthos epifauna dan infauna dilakukan secara langsung. Makrozoobentos diambil menggunakan *ekman grab*. Untuk sampel yang berukuran besar di sortir menggunakan tangan sedangkan pada sampel yang berukuran kecil disaring dengan saringan yang berukuran 1,0 mm x 1,0 mm. Lalu makrozoobenthos dimasukkan ke plastik *ziplock* yang telah diberi label dan

tambahkan alkohol 70%. Selanjutnya identifikasi menggunakan buku identifikasi.

2.4. Pengambilan Data Fisika dan Kimia

Pengukuran hasil parameter fisika dan kimia dari pengambilan sampel dianalisis atau dibandingkan menggunakan nilai baku mutu berdasarkan KEPMEN LH No 51 Tahun 2004 sedangkan pada parameter tekstur sedimen dianalisis berdasarkan segitiga millar (USDA 2012).

2.5. Analisis Data

2.5.1. Kelimpahan Makrozoobenthos

Kelimpahan makrozoobenthos disajikan menggunakan rumus Odum (1993) dalam Fadilla (2021) yaitu sebagai berikut :

$$K_i = \left(\frac{a_i}{b}\right) \times 10000$$

Keterangan : K_i = Kelimpahan jenis (ind/m²), a = Jumlah individu jenis ke- i , b = Luas bukaan ekman grab (cm²), 10.000 = Nilai konversi dari cm² ke m² (konstanta)

2.5.2. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman berdasarkan rumus Shannon-Wiener Odum 1993 dalam Fadilla (2021) sebagai berikut :

$$H' = - \sum_{i=0}^n (p_i \ln p_i)$$

Keterangan : H' = Indeks Keanekaragaman, P_i = n_i/N , N_i = Jumlah individu/spesies, N = Jumlah individu keseluruhan

Kisaran nilai indeks keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- $H' < 1$ = Keanekaragaman Rendah
- $1 < H' < 3$ = Keanekaragaman Sedang
- $H' > 3$ = Keanekaragaman Tinggi

2.5.3. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus indeks keseragaman yaitu Krebs (2014) dalam Fadilla (2021) :

$$E = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan : E = Indeks Keseragaman, H' = Indeks Keanekaragaman, H_{maks} = Indeks Keanekaragaman maks.

Dengan Kriteria :

- $E < 0,4$ = Keseragaman populasi kecil
- $0,4 < E < 0,6$ = Keseragaman populasi sedang
- $E > 0,6$ = Keseragaman populasi tinggi

2.5.4. Indeks Dominansi (C)

Berdasarkan Simpson Odum (1993) dalam Fadilla (2021) terdapat rumus indeks dominansi sebagai berikut :

$$C = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan : C = Indeks dominansi Simpson, n_i = Jumlah individu jenis ke- i , N = Jumlah total individu

Kategori indeks dominansi

- $0,00 < D < 0,50$ = Dominansi rendah
- $0,50 < D < 0,75$ = Dominansi sedang
- $0,75 < D < 1,00$ = Dominansi tinggi

2.5.5. Indeks Morisita

Berdasarkan Brower *et al.* (1990) dalam Yusuf (2023) pola sebaran dapat dianalisis menggunakan indeks morisita yaitu sebagai berikut :

$$Id = n \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)}$$

Keterangan : Id = Indeks Morisita, N = Jumlah unit pengambilan contoh, N = Jumlah individu terdapat di plot

Pola sebaran memiliki kriteria sebagai berikut :

- $Id < 1$ =Penyebaran individu beragam
- $Id = 1$ =Penyebaran individu acak
- $Id > 1$ =Penyebaran individu kelompok

2.5.6. Tekstur Sedimen

Berdasarkan USDA (*United States Department of Agriculture*) tekstur sedimen dari tipe substrat dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tipe substrat berdasarkan Segitiga Millar (USDA 2012)

2.5.7. Family Biotic Index (FBI)

Indeks nilai FBI disajikan sebagai berikut :

$$FBI = \frac{\sum ni \cdot T}{N}$$

Keterangan : n_i = Jumlah individu family ke i ,
 T = Nilai toleransi dari tiap family ,
 N = Jumlah total individu

Tabel 1. Kriteria kualitas air

Index	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
0,00 – 3,75	Excellent	Tidak terpolusi bahan organik
3,76 – 4,25	Sangat baik	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26 – 5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01 – 5,75	Sedang	Terpolusi agak banyak bahan organik
5,76 – 6,50	Agak buruk	Terpolusi banyak bahan organik
6,51 – 7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak bahan organik
7,26 – 10,00	Sangat buruk	Terpolusi berat bahan organik

Sumber : Hilsenhoff (1988) dalam Anastasia (2022)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Terdapat 3 stasiun penelitian yang memiliki karakteristik yang berbeda yaitu stasiun 1 berada di aliran sungai yang bersalinitas rendah, stasiun 2 berada di muara yang mewakili ekosistem estuari,

lokasinya dipenuhi oleh ekosistem mangrove. Stasiun 3 berada di air bersalinitas tinggi yaitu yang mewakili laut. Pada Tabel 2 disajikan hasil pengukuran parameter fisika dan kimia di Pantai TanjungPeni.

Tabel 2. Nilai hasil pengukuran parameter fisika dan kimia

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
FISIKA			
Suhu (°C)	29,5±1,4	30±2,2	32,8±0,7
Kecerahan (cm)	30,2±12,8	26,3±17,3	38,5±3,3
Kedalaman (cm)	38±13,1	41,7±21,96	64±14,4
KIMIA			
pH Air	7,2±0,7	6,9±0,5	7,3±0,4
pH Sedimen	6,4±0,4	6,7±0,3	6,6±0,1
DO (mg/L)	4,6±1,5	4,6±0,95	4,9±0,4
Salinitas (ppt)	2±1,7	22,3±10,8	29,7±4,9
BOD (mg/L)	36,86 ±0,26	33,9 ±1,93	17,08 ±0,49

Suhu rata-rata dari ketiga stasiun berkisar antara 29,5-32,8°C. Berdasarkan Marpaung *et al.* (2014) organisme makrozoobenthos mampu bertahan hidup pada kisaran suhu 25-34°C. Sedangkan pada suhu antara 35-40°C berbahaya bagi makrozoobenthos (Rosyadi *et al.* 2020). Hal ini menunjukkan bahwa suhu di Pantai Tanjung Peni sebagian besar tergolong stabil. Musim, aliran, kedalaman, waktu dan intensitas cahaya merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai suhu perairan (Hamuna *et al.* 2018).

Nilai rata-rata kecerahan di Pantai Tanjung Peni masih tergolong baik. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kecerahan yaitu kondisi cuaca yang tidak menentu, banyaknya limbah pencemar di sekitar perairan, letak setiap stasiun yang memiliki

tekstur sedimen yang berbeda-beda, dan banyaknya partikel tersuspensi di perairan baik organik maupun anorganik di perairan. Hal ini sesuai dengan penelitian Yulianto *et al.* (2023) bahwa nilai kecerahan dapat menurun seiring dengan banyaknya partikel tersuspensi yang masuk kedalam perairan.

Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata kedalaman diperoleh adalah 38-64 cm. Pada stasiun 1 merupakan wilayah sungai yang memiliki nilai kedalaman paling rendah, sedangkan stasiun 3 yaitu wilayah laut yang memiliki nilai kedalaman yang paling tinggi. Oksigen terlarut pada perairan yang memiliki kedalaman yang tinggi akan mempengaruhi kelimpahan makrozoobenthos. Hal ini sejalan dengan Sofiyani *et al.* (2021) yang menyatakan

bahwa semakin rendah kelimpahan makrozoobenthos maka semakin rendah pula kedalaman suatu perairannya, karena hanya beberapa jenis makrozoobentos yang dapat hidup di kedalaman yang tinggi.

Berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 nilai pH biota laut adalah 7-8,5. Tetapi, nilai rata-rata pada stasiun 2 yaitu 6,9 yang tergolong asam. Hal ini disebabkan karena terdapat banyaknya limbah domestik, sampah plastik serta pembusukan dari sisa-sisa serasah yang mengalir dari sungai menuju muara yang menyebabkan perairannya tergolong asam. Berdasarkan Hamuna *et al.* (2018), perairan yang sangat asam atau basa dapat mengganggu metabolisme dan pernafasan dari organisme perairan, namun hal ini tergantung pada toleransi dari setiap jenis makrozoobenthosnya.

Hasil pengukuran pH sedimen diperoleh 6,4-6,7 yang masih tergolong baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Madyowati *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa pH sedimen biasanya memiliki nilai pH lebih rendah dari pH air. Hal ini disebabkan karena terdapat banyaknya proses penguraian yang terjadi di dasar perairan, yang menyebabkan pH sedimen umumnya memiliki tingkat keasaman yang lebih tinggi karena adanya beberapa asam organik yang dihasilkan sebagai hasil penguraian dari berbagai komponen organik. Oleh karena itu, nilai pH 6-7 tergolong netral.

Berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, biota laut memerlukan kadar oksigen terlarut lebih dari 5 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut Pantai Tanjung Peni berada dibawah nilai baku mutu dan tergolong rendah. Namun disisi lain, berdasarkan Dowling (1984) dalam Marpaung *et al.* (2014) bahwa kadar DO yang dibutuhkan makrozoobenthos adalah 1,00-3,00 mg/L Sehingga berdasarkan dua sumber tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas air yang baik memiliki nilai DO yang lebih tinggi. Hal ini menandakan bahwa rendahnya DO di Pantai Tanjung Peni tidak mempengaruhi kelimpahan dari makrozoobenthosnya. Rendahnya DO disebabkan beberapa faktor yaitu sampah dari pemukiman yang mengalir ke sungai

dan muara, serta limpasan pabrik yang meningkatkan kandungan bahan organik air sehingga terdapat banyaknya bakteri yang melakukan pendegradasi bahan organik yang membutuhkan DO yang sangat banyak. Hal ini sesuai dengan Zammi *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa kontaminasi pada perairan dan meningkatnya populasi bakteri yang membutuhkan oksigen sebagai proses degradasi dapat menyebabkan rendahnya kandungan oksigen terlarut.

Terdapatnya perbedaan nilai salinitas pada setiap stasiun karena adanya perbedaan lokasi di setiap stasiunnya. Sehingga laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup makrozoobenthos dipengaruhi oleh salinitas perairannya. Selain itu adanya faktor dari musim, limpasan air daratan dan pasang surut juga mempengaruhi salinitas perairan (Hilmira 2020).

Nilai maksimal BOD untuk kehidupan biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 yaitu 20 mg/L. Pada stasiun 1 dan 2 nilai BOD₅ yang diperoleh telah melebihi batas baku mutu dengan masing-masing nilai sebesar 36,86 mg/L dan 33,9 mg/L. Hal ini menandakan bahwa Pantai Tanjung Peni telah tercemar bahan organik. Aliran air yang berasal dari kawasan industri dan pemukiman, serta sisa-sisa serasah yang jatuh kedalam perairan merupakan faktor penyebab dari tingginya nilai BOD. Nilai BOD di stasiun 1 dan 2 yang tinggi mempengaruhi keanekaragaman dan dominansi, namun tidak mempengaruhi kelimpahan dari makrozoobenthos. Hal ini sejalan dengan Maula (2018), bahwa jika terdapatnya suatu spesies dan kematian dari spesies tersebut dipengaruhi oleh nilai BOD yang semakin tinggi sehingga menyebabkan rendahnya nilai keanekaragaman.

3.2. Tekstur Sedimen

Pada organisme makrozoobenthos, tekstur sedimen merupakan faktor utama yang menentukan penyebaran benthos (Levintin 1982 dalam (kalay *et al.* 2022). Pada Tabel 3. Disajikan hasil analisis dari tekstur sedimen di Pantai Tanjung Peni.

Tabel 3. Komposisi karakteristik tekstur sedimen di Pantai Tanjung Peni

Stasiun	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Tekstur Sedimen
1	95,56 %	0,00 %	4,44 %	Pasir*)
2	41,15 %	26,37 %	32,48 %	Lempung Berliat*)
3	95,55 %	0,00 %	4,45 %	Pasir*)

*) Sumber : United States Department of Agriculture (USDA) (2021)

Fraksi pasir lebih mendominasi di seluruh stasiun. Berdasarkan Nybakken (1992) dalam Sari *et al.* (2021), jenis tekstur sedimen berlumpur dapat memudahkan makrozoobenthos beradaptasi dengan cara menggali sedimen membentuk saluran yang permanen, sedangkan jika teksturnya berpasir maka tidak dapat memberikan tempat yang stabil bagi organisme makrozoobenthos karena adanya pengaruh dari lingkungan sekitar yang membuat partikel di perairannya bergerak secara terus menerus. Sehingga hal ini menyebabkan beberapa spesies makrozoobenthos lebih menyukai tekstur sedimen lempung/liat.

Berdasarkan Magfirah *et al.* (2014), komponen utama yang dibutuhkan

makrozoobenthos adalah tekstur sedimen lempung karena memiliki kandungan bahan organik yang relatif tinggi. Kandungan bahan organik akan meningkat jika semakin halus tekstur sedimennya. Hal ini sesuai dengan stasiun 2 yang memiliki nilai kelimpahan yang paling tinggi karena tekstur sedimennya lempung berliat. Sesuai dengan Afif *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa kelimpahan dan komposisi makrozoobenthos ditentukan oleh tekstur sedimennya.

3.3. Klasifikasi Makrozoobenthos

Hasil klasifikasi dan jumlah spesies makrozoobenthos, dilihat di Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Klasifikasi makrozoobenthos yang ditemukan di Pantai Tanjung Peni

Phylum	Class	Ordo	Family	Genus	Spesies		
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Potamididae	Telebralia	<i>Terebralia Palustris</i>		
				Telescopium	<i>Telescopium telescopium</i>		
		Thiaridae		Cerithidea	<i>Cerithidea cingulata</i>		
				Melanoides	<i>Melanoides tuberculata</i>		
				Melanoides	<i>Melanoides riquetii</i>		
		Cerithiidae		Tarebia	<i>Tarebia granifera</i>		
				Cerithium	<i>Cerithium traillii</i>		
		Conidae		Rhinoclavis	<i>Rhinoclavis vertagus</i>		
					<i>Conus miliaris</i>		
					<i>Conus litteratus</i>		
	Littorini morpha	Neogastropoda	Muricidae		Morula	<i>Morula uva</i>	
					Muricodrupa	<i>Muricodrupa fenestrata</i>	
		Littorini morpha	Olividae		Agaronia	<i>Agaronia acuminata</i>	
					Cypraea	<i>Cypraea annulus</i>	
			Cypraeidae		Cypraea	<i>Cypraea isabella</i>	
					Lyncina	<i>Lyncina caeneola</i>	
			Strombidae		Strombus	<i>Strombus urceus</i>	
					Naticidae	Polinices	<i>Polinices mammilla</i>
			Trochida	Turbinidae		Turbo	<i>Turbo chrysostomus</i>
						Turbo	<i>Turbo setosus</i>
				Trochidae		Astralium	<i>Astralium pileolum</i>
						Trochus	<i>Trochus maculatus</i>
				Cycloneritida	Neritidae		Nerita
	Neritina	<i>Neritina cornucopia</i>					
	Clithon	<i>Clithon oualaniensis</i>					
Architaenioglossa	Ampullariida		Pomacea	<i>Pomacea canaliculata</i>			
			Filopaludina	<i>Filopaludina javanica</i>			
		Indoplanorbis	<i>Indoplanorbis exustus</i>				
Bivalva Malacos Traca	Venerida	Mesodesmatidae		Atactodea	<i>Atactodea striata</i>		
				Uca	<i>Uca bellator</i>		
	Decapoda	Ocypodidae		Uca	<i>Uca inversa</i>		
				Thalamita	<i>Thalamita crenata</i>		
				Parasesarma	<i>Parasesarma leptosoma</i>		

Tabel 5. Jumlah spesies makrozoobenthos yang ditemukan di setiap stasiun

Spesies Makrozoobenthos	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3			Total
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Terebralia palustris</i>	17	5	3	138	0	1	2	0	0	166
<i>Telescopium telescopium</i>	0	1	0	20	0	0	0	0	0	21
<i>Cerithidea cingulata</i>	6	15	15	104	0	114	0	0	0	254
<i>Melanoides tuberculata</i>	142	95	102	0	23	2	0	2	0	366
<i>Melanoides riquetii</i>	0	0	0	0	64	39	0	0	0	103
<i>Tarebia granifera</i>	0	0	0	0	14	2	0	1	0	17
<i>Cerithium traillii</i>	1	1	1	46	13	0	9	14	15	100
<i>Rhinoclavis vertagus</i>	0	0	1	0	0	0	5	7	5	18
<i>Conus miliaris</i>	1	1	0	0	0	0	3	2	5	12
<i>Conus litteratus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Morula uva</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	16	19
<i>Muricodrupa fenestrata</i>	0	1	0	0	0	0	3	5	1	10
<i>Agaronia acuminata</i>	1	0	2	0	0	0	6	0	2	11
<i>Cypraea annulus</i>	1	2	1	0	0	3	8	2	0	17
<i>Cypraea isabella</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	1	4
<i>Lyncina caeneola</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Strombus urceus</i>	0	1	0	0	0	0	8	5	8	22
<i>Polinices mammilla</i>	0	0	1	3	0	0	1	3	4	12
<i>Turbo chrysostomus</i>	2	0	1	0	0	1	1	0	0	5
<i>Turbo setosus</i>	0	1	0	1	9	20	1	1	0	33
<i>Astraliium maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Trochus maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Nerita insculpta</i>	2	1	1	0	2	8	3	2	5	24
<i>Neritina cornucopia</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Clithon oualaniensis</i>	0	7	0	17	123	46	0	6	4	203
<i>Clithon squarrosus</i>	8	0	4	0	0	4	0	0	0	16
<i>Pomacea canaliculata</i>	11	5	5	5	44	0	0	0	0	70
<i>Filopaludina javanica</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Indoplanorbis exustus</i>	0	1	0	0	5	0	0	0	0	6
<i>Atactodea striata</i>	1	1	1	0	0	0	2	1	1	7
<i>Uca bellator</i>	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
<i>Uca inversa</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Thalamita crenata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Parasesarma leptosoma</i>	0	1	0	13	0	0	0	0	0	14
Total	474			911			180			1.565

Terdapat 34 spesies dari 3 kelas yaitu Gastropoda terdiri 29 spesies, Bivalvia terdiri 1 spesies dan Malacostraca terdiri 4 spesies (Tabel 4). Terdapat beberapa jenis makrozoobenthos yang paling banyak ditemukan yaitu *Melanoides tuberculata* sebanyak 366 individu, *Cerithidea cingulata* sebanyak 254 individu dan *Clithon oualaniensis* sebanyak 203 individu. Sedangkan yang jarang ditemui adalah *Lyncina caeneola* pada stasiun 2 dan *Thalamita crenata* pada stasiun 1 (Tabel 5).

Hasil jumlah spesies dari kelas gastropoda lebih banyak ditemukan dibandingkan kelompok kelas lainnya. Hal ini menandakan bahwa kelompok dari kelas gastropoda dapat mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan perairan. Terdapat beberapa spesies yang paling sering ditemukan adalah *Melanoides tuberculata*,

Cerithidea cingulata dan *Clithon oualaniensis*. Hal ini dikarenakan ketiga spesies ini mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang tergolong tercemar, karena memiliki kemampuan osmoregulasi yang baik dan kemampuan bertahan hidup di lingkungan dengan kadar bahan organik yang tinggi. Selain itu hutan mangrove yang mengelilingi Pantai Tanjung Peni juga menjadi faktor melimpahnya ketiga spesies tersebut dan ditemukannya beberapa spesies lainnya, karena hutan mangrove berperan penting sebagai sumber makanan bagi makrozoobenthos.

Berdasarkan Djasasmita (1990) dalam Wendri *et al.* (2019), spesies yang menyukai kondisi tekstur sedimen berlumpur dan hidup dialiran sungai yang mengalir maupun tergenang adalah *Melanoides tuberculata*. Namun berdasarkan hasil penelitian stasiun 1 memiliki

spesies *Melanoides tuberculata* yang lebih tinggi (339 individu dengan tekstur sedimen berpasir) dibandingkan stasiun 2 (25 individu dengan tekstur sedimen lempung berliat. Hal ini terjadi akibat air yang mengalir melalui stasiun 1 berasal dari pabrik yang memiliki kandungan bahan organik yang sangat tinggi. Akibatnya spesies ini cenderung lebih banyak terdapat di stasiun 1 dibandingkan stasiun 2.

Berdasarkan hasil penelitian spesies *Cerithidea cingulata* hanya terdapat pada stasiun 1 dan 2. Spesies ini hanya dapat ditemukan di perairan yang memiliki zona intertidal, khususnya dengan tekstur sedimen berlumpur dan berpasir serta terdapat pada hutan mangrove (Slamet *et al.* 2021). Stasiun 1 dan 2 terletak di dekat hutan mangrove dan mewakili daerah yang terkena pengaruh pasang surut. Sementara itu, meskipun tekstur sedimen pada stasiun 3 berpasir namun

lokasinya jauh dari hutan mangrove yang merupakan habitat bagi spesies *Cerithidea cingulata*.

Disetiap stasiun ditemukan spesies *Clithon oualaniensis*. Berdasarkan Djoemharsjah *et al.* (2023) keberadaan batu karang menjadi tempat menempel bagi spesies *Clithon oualaniensis* sehingga mempengaruhi persebaran spesies tersebut. Berdasarkan kondisi lingkungan perairan di Pantai Tanjung Peni jenis *Clithon oualaniensis* banyak ditemukan menempel pada batuan dekat tepi sungai yang masih tergenang, pada batang pohon mangrove dan batuan karang yang mengelilingi pantai pada stasiun 1, 2, dan 3.

3.4. Kelimpahan Makrozoobenthos

Nilai kelimpahan makrozoobenthos yang diperoleh berkisar antara 5.142,857-26.028, 571 ind/m², dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai indeks kelimpahan jenis makrozoobenthos

Lokasi Sampling	Kelimpahan (Ind/m ²)
Stasiun 1	13.542,857
Stasiun 2	26.028,571
Stasiun 3	5.142,857

Tingginya nilai kelimpahan pada stasiun 2 diduga karena pada stasiun ini memiliki tekstur sedimen yang paling banyak disukai oleh makrozoobenthos khususnya gastropoda yaitu tekstur sedimen lempung berliat. Jika dibandingkan dengan stasiun 1 karakteristik lingkungan di stasiun 2 lebih disukai oleh organisme makrozoobenthos karena merupakan daerah muara yang lokasinya di kelilingi dengan hutan mangrove serta memiliki konsentrasi bahan organik yang tinggi. Karena biota disekitar memanfaatkan bahan organik sebagai sumber nutrisi. Sehingga hal ini diperkuat oleh Nurrani *et al.* (2012) dalam Mushthofa *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa bahan organik memiliki kaitan yang erat dengan kehidupan makrozoobenthos.

Tingginya kelimpahan pada stasiun 2 disebabkan karena adanya spesies *Cerithidea cingulata* yang merupakan salah satu spesies yang paling banyak ditemukan. Spesies ini biasanya ditemukan di hutan mangrove, dengan bersembunyi di lumpur dan menempel di batang mangrove. Karena sedimen lempung atau berlumpur memiliki jumlah bahan organik yang tinggi, sehingga spesies ini sangat menyukai tekstur sedimen tersebut. Zulfiani *et al.* (2020)

menyatakan bahwa spesies ini adalah hewan pemakan sedimen atau lumpur, oleh karena itu tekstur sedimen memiliki pengaruh yang besar terhadap kelimpahan dari spesies ini.

Stasiun 3 memiliki nilai kelimpahan paling rendah namun, kualitas airnya lebih baik daripada stasiun 1 dan 2 yang dikategorikan tercemar dengan kelimpahan individu yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena stasiun 3 memiliki kedalaman kedalaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2. Kelimpahan makrozoobenthos di suatu perairan dapat berbeda-beda tergantung kedalamannya. Sehingga berdasarkan Sofiyani *et al.* (2021) kelimpahan makrozoobenthos akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman suatu perairan. Selain itu rendahnya nilai kelimpahan pada stasiun 3 disebabkan oleh adanya alih fungsi ekosistem pantai menjadi kawasan industri yang menyebabkan adanya aktivitas antropogenik yang dapat memicu rendahnya nilai kelimpahan pada stasiun ini, karena menimbulkan tekanan pada lingkungan habitat makrozoobenthos.

Terdapat salah satu jenis spesies yaitu spesies *Melanoides tuberculata* yang paling sering ditemukan pada stasiun 1. Aliran yang mengalir dengan kedalaman rendah lebih disukai oleh

spesies ini. Meskipun stasiun 1 dikategorikan tercemar, namun berdasarkan Munjiono *et al.* (2018) menyatakan bahwa populasi spesies ini memiliki jangkauan yang lebih luas dalam mentolerin racun yang masuk ke dalam tubuhnya.

Spesies *Cerithium traillii* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun 3. Spesies ini dapat bertahan hidup pada salinitas dan kedalaman tinggi serta ditemukan menempel pada batuan karang dengan tekstur sedimen

berpasir. Sejalan dengan Lailiyah *et al.* (2016), organisme herbivora yang hidup di sedimen berpasir dan menempel pada karang sebagai tempat berlindung dari arus gelombang adalah *Cerithium traillii*.

3.5. Indeks Keanekaragaman (H')

Nilai keanekaragaman berkisar antara 1,269-2,612, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai indeks keanekaragaman jenis makrozoobenthos

Lokasi Sampling	Keanekaragaman (H')	Kategori
Stasiun 1	1,269	Sedang*)
Stasiun 2	2,239	Sedang*)
Stasiun 3	2,612	Sedang*)

*) Sumber : Odum (1993) dalam Fadilla (2012)

Ketiga stasiun ini tergolong memiliki nilai indeks keanekaragaman sedang. Hal ini menunjukkan mulai terjadinya tekanan ekologis yang dapat mempengaruhi keanekaragaman makrozobenthos. Meskipun semakin meningkat jumlah individunya, namun jika distribusi penyebarannya tidak merata menunjukkan rendahnya tingkat keanekaragamannya. Selain itu, berdasarkan Desnawati *et al.* (2018) menyatakan bahwa keanekaragaman yang meningkat akan ditandai dengan adanya jumlah individu yang lebih meningkat dan penyebaran yang merata.

Indeks keanekaragaman dapat melihat pengaruh unsur-unsur lingkungan terhadap suatu komunitas dan menilai kestabilan suatu komunitas terhadap lingkungan yang berbeda. Oleh karena itu dibandingkan dengan stasiun lainnya yang dikategorikan tercemar, tingginya nilai keanekaragaman di stasiun 3 kemungkinan disebabkan oleh kondisi kualitas air yang lebih stabil. Kondisi lingkungan yang stabil menandakan bahwa keanekaragaman dari beberapa spesiesnya lebih menyebar secara

merata. Hal ini sesuai dengan Alfian (2014), bahwa indeks keanekaragaman dapat menunjukkan tingkat pencemaran dari suatu perairan.

Lokasi penempatan pada aliran sungai yang terdapat dampak limbah industri dan pemukiman serta letaknya yang cukup dekat dengan habitat mangrove dengan tekstur sedimen berpasir, dan nilai oksigen terlarut yang rendah serta nilai BOD yang tinggi menyebabkan stasiun 1 memiliki nilai keanekaragaman yang tergolong lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya. Namun karena adanya beberapa spesies seperti *Cerithidea cingulata* yang mampu bertahan terhadap kualitas air yang tercemar membuat stasiun 1 memiliki nilai keanekaragaman yang masih dapat tergolong sedang. Karena spesies ini umumnya lebih menyukai kondisi lingkungan perairan yang merupakan zona intertidal dan dekat mangrove.

3.6. Indeks Keseragaman (E)

Nilai keseragaman berkisar antara 0,399-0,858 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai indeks keseragaman jenis makrozoobenthos

Lokasi Sampling	Keseragaman (E)	Kategori
Stasiun 1	0,399	Kecil*)
Stasiun 2	0,724	Tinggi*)
Stasiun 3	0,858	Tinggi*)

*) Sumber : Krebs (2014) dalam Fadilla (2021)

Stasiun 2 dan 3 memiliki nilai keseragaman yang dikategorikan tinggi dengan nilai 0,724 dan 0,858 sedangkan yang dikategorikan kecil yaitu stasiun 1 sebesar 0,399 (Tabel 8). Tingginya indeks

keseragaman di stasiun 2 dan 3 yaitu karena adanya beberapa spesies contohnya seperti *Turbo chrystomus*, *Nerita insculpta* dan spesies lainnya, yang ditemukan dengan jumlah individu

yang sama dan tidak jauh berbeda sehingga membuat nilai keseragamannya menjadi tinggi. Nilai keseragaman yang tinggi dan mendekati 1 menunjukkan sebaran individu dari makrozoobentosnya merata dan jumlah individunya tidak mendominasi, karena beberapa spesies tersebut mampu menyesuaikan diri dengan kondisi ekosistem yang berbeda-beda.

Sementara itu, pada stasiun 1 terdapat beberapa spesies seperti *Clithon squarrosus* dan *Filopaludina javanica* yang umumnya kurang toleran terhadap bahan pencemar yang masuk kedalam perairan. Akibatnya, terdapat spesies yang mendominasi dan penyebarannya tidak merata karena keseragamannya mendekati 0. Hal

ini dikarenakan pada stasiun 1 terdapat beberapa aktivitas yang menyebabkan antropogenik sehingga keseragaman populasinya menurun dan komunitasnya tertekan. Hal ini sesuai dengan Sulphayrin *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa kondisi lingkungan yang kurang mendukung perkembangan makrozoobentos menjadikan faktor rendahnya nilai keseragaman, karena terdapat jumlah individu yang berbeda-beda sehingga hanya jenis tertentu yang dapat bertahan hidup pada kondisi perairan tersebut.

3.7. Indeks Dominansi (C)

Nilai dominansi berkisar antara 0-0,523 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai indeks dominansi jenis makrozoobenthos

Lokasi Sampling	Dominansi (C)	Kategori
Stasiun 1	0,523	Sedang*)
Stasiun 2	0,146	Rendah*)
Stasiun 3	0	Rendah*)

*) Sumber : Odum (1993) dalam Fadilla (2021)

Keseragaman dan keanekaragaman makrozoobenthos dapat dipengaruhi oleh nilai dominansi (Tabel 9). Lingkungan perairan pada stasiun 1 termasuk dalam kategori sedang, artinya keanekaragamannya stabil dan terdapat suatu spesies yang menunjukkan lingkungan perairannya tergolong agak buruk sehingga membuat keseragamannya sedang dan penyebarannya menjadi kurang merata yang menyebabkan beberapa spesiesnya mendominasi sedang.

Sebaliknya pada stasiun 2 dan 3 dominansinya dikategorikan rendah, karena keseragamannya dikategorikan tinggi sehingga menyebabkan sebarannya merata dan jumlah spesies yang dominasinya rendah. Hal ini

disebabkan oleh adanya toleransi dari spesiesnya terhadap kondisi lingkungan yang berbeda-beda, contohnya dari kelas Gastropoda yaitu *Melanoides tuberculata*. Hal ini diperkuat oleh Jailani (2002 dalam efriningsih *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa hewan kelompok fakultatif termasuk dalam kelompok kelas Gastropoda, yaitu organisme yang mampu hidup dengan kisaran kondisi lingkungan yang luas daripada yang bersifat intoleran.

3.8. Sebaran Makrozoobenthos

Nilai Sebaran makrozoobenthos yang diperoleh di Pantai Tanjung Peni disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai sebaran makrozoobenthos

Stasiun	Nilai	Kategori
Stasiun 1	1,022	Mengelompok*)
Stasiun 2	1,03	Mengelompok*)
Stasiun 3	0,998	Beragam*)

*) Sumber : Brower *et al.* (1990) dalam Yusuf (2023)

Hasil nilai sebaran pada stasiun 1 dan 2 dikategorikan mengelompok sedangkan stasiun 3 dikategorikan beragam. Sumber-sumber yang dibutuhkan makrozoobenthos seperti kondisi lingkungan, kebiasaan makan, dan cara reproduksi yang tidak merata mempengaruhi sebaran makrozoobenthos yang mengelompok

sehingga menjadikan penyebarannya tidak merata. Suatu spesies akan hidup secara berkelompok jika menemukan kondisi lingkungan yang sesuai dengan habitatnya. Hal ini selaras dengan Haruna *et al.* (2022), kondisi lingkungan memiliki hubungan yang erat dengan pola sebaran.

Pola sebaran yang dikategorikan seragam terdapat pada stasiun 3, hal ini disebabkan karena adanya ketidakmerataan jumlah individu dengan kondisi lingkungan yang sesuai dengan habitat organismenya sehingga menghasilkan penyebaran yang beragam. Hal ini sesuai dengan Brower *et al.* (1990) dalam Nurhia (2021), pola sebaran yang beragam menandakan jumlah masing-masing

individu merata. Selain itu jenis tekstur sedimen juga memiliki kaitan yang erat dengan pola sebaran, namun hal ini tergantung pada toleransi dari masing-masing spesiesnya.

3.9. Family Biotic Index (FBI)

Metode FBI digunakan untuk mengetahui suatu perbandingan antar organisme yang lebih peka terhadap masuknya suatu bahan organik.

Tabel 11. Nilai *Family Biotic Index* (FBI)

Stasiun	Nilai	Kategori
Stasiun 1	6,057	Agak Buruk*)
Stasiun 2	6,091	Agak Buruk*)
Stasiun 3	5,694	Sedang*)

*) Sumber : Hilsenhoff (1988) dalam Anastasia (2022)

Dari ketiga stasiun pengamatan nilai FBI yang diperoleh berkisar antara 5,694-6,091 (Tabel 11). Semakin baik kondisi perairan maka semakin rendah nilai FBInya begitupun sebaliknya. Tingginya nilai FBI pada stasiun 2 dikategorikan kondisi perairannya agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi bahan organik. Hal ini disebabkan karena lokasi pada stasiun 2 dekat dengan hilir sungai yang menyebabkan adanya akumulasi dari bahan pencemar yang terbawa ke muara. Selain itu hasil nilai pada parameter kecerahan, pH air, DO, dan BOD menandakan kurang mendukung terhadap keberadaan makrozoobenthos.

Ditemukannya spesies *Cerithidea cingulata* yang merupakan jumlah individu terbanyak yang menyebabkan nilai FBI pada stasiun 2 tinggi. Berdasarkan Arbi (2014) organisme *Cerithidea cingulata* merupakan spesies yang toleran terhadap kondisi buruk. Pada stasiun 2 sebaran makrozoobenthosnya mengelompok, karena adanya pengaruh dari lingkungan, kebiasaan makan dan cara reproduksi yang sama sehingga memudahkan masing-masing individunya berhubungan satu sama lain.

Stasiun dengan nilai FBI terendah yaitu stasiun 3. Kondisi kualitas air di daerah tersebut tergolong lebih baik dibandingkan stasiun lainnya menandakan nilai FBInya rendah. Namun nilai kelimpahan makrozoobenthos stasiun 3 lebih rendah daripada stasiun 1 dan 2 yang tergolong tercemar, karena stasiun 3 memiliki kandungan BOD yang lebih stabil sedangkan pada stasiun 1 dan 2 kandungan BODnya telah melebihi nilai baku mutu sehingga kelimpahan makrozoobenthosnya semakin tinggi. Bahan

organik yang melebihi batas baku mutu menandakan adanya pencemaran pada perairan tersebut. Semakin baik kondisi kualitas air maka semakin stabil pula bahan organiknya sehingga kondisi perairan dapat menentukan kelimpahannya, Hal ini selaras dengan Kusumawardani *et al.* (2023), bahan organik memiliki hubungan yang erat dengan makrozoobenthos, semakin tinggi bahan organik maka semakin tinggi pula kelimpahannya hal ini menyebabkan terdapatnya beberapa spesies yang mendominasi pada stasiun 3 sehingga penyebarannya tidak merata.

Pada stasiun 1 juga kondisi kualitas perairannya tergolong tercemar. Nilai FBI pada stasiun 1 dikategorikan agak buruk, hal ini karena adanya pengaruh dari parameter lingkungan, sehingga makrozoobenthos yang tergolong toleran dapat bertahan dengan kondisi lingkungan tersebut dan yang tergolong intoleran akan semakin berkurang.

Selain itu, terdapatnya nilai FBI yang berbeda-beda pada setiap stasiun disebabkan karena adanya perbedaan kelimpahan tertinggi di setiap stasiunnya yaitu stasiun 1 (family Thiaridae), stasiun 2 (family Potamididae) dan stasiun 3 (family Cerithiidae). Kelimpahan dan komposisi makrozoobenthos yang ditemukan juga dipengaruhi oleh adanya karakteristik substrat di masing-masing stasiunnya.

IV. PENUTUP

Sebaran makrozoobenthos yang diperoleh di Pantai Tanjung Peni Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon yaitu beragam dan mengelompok. Terdapat beberapa parameter fisika dan kimia

yang tidak memenuhi batas baku mutu yaitu pH air, oksigen terlarut (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Kondisi kualitas perairan di Pantai Tanjung Peni berdasarkan perhitungan *Family Biotic Index* (FBI) pada stasiun 1 dan 2 termasuk kategori kualitas air agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak bahan organik, sedangkan pada stasiun 3 termasuk kategori kualitas air sedang dengan tingkat pencemaran agak banyak bahan organik.

REFERENSI

- Afif J, Ngabekti S, Pribadi TA. 2014. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan di ekosistem mangrove wilayah Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. *Unnes Journal of Life Science*. Vol 3 (1) : 47-52.
- Anastasia A, Munfarida I, Suprayogi D. 2022. Penilaian kualitas air menggunakan indeks makroinvertebrata FBI dan biotilik di Sungai Buntung Sidoarjo. *Jurnal Serambi Engineering*. Vol 7 (3) : 3617-3623.
- Arbi UY. 2014. Taksonomi dan filogeni keong famili potamididae (gastropoda : mollusca) di Indonesia berdasarkan karakter morfologi. Skripsi. Bogor : Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 114 hlm.
- Bai'un NH, Riyantini I, Mulyani Y, Zallesa S. 2021. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai indikator kondisi perairan di ekosistem mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*. Vol 5 (2) :227-238.
- Damaianto B, Masduqi A. 2014. Indeks pencemaran air laut Pantai Utara Kabupaten Tuban dengan parameter logam. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol 3 (1) : 1-4.
- Desinawati, Adi W, Utami E. 2018. Struktur makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*. Vol 12 (2) : 54-63.
- Djoemharsjah IS, Isnaningsih NR, Ambarwati R. 2023. Variasi morfologi keong neritidae di Pantai Badur Madura. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*. Vol 22(1) :41-50.
- Efriningsih R, Puspita L, Ramses. Evaluasi kualitas lingkungan perairan pesisir di sekitar TPA Telaga Punggur Kota Batam berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos. *Jurnal Simbiosis*. Vol 5 (1) : 1-15.
- Fadilla RN, Melani WR, Apriadi T. 2021. Makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan di Desa Pengujian Kabupaten Bintan. *Journal of Aquatic Resources and Fisheries Management*. Vol 2 (2) : 83-94.
- Hamuna B, Tanjung RHR, Suwito, Hendra KM, Aliando. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika dan kimia di perairan Distrik Depapre Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 16 (1) : 35-43.
- Hartini H. Arthana IW, Wiryatno J. 2015. Struktur komunitas makrozoobentos pada tiga muara sungai sebagai bioindikator kualitas perairan di pesisir Pantai Ampenan dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Jurnal Ecotrophic*. Vol 7 (12) : 116-125.
- Haruna MF, Kenta AM, Masso SH. 2022. Pola penyebaran tumbuhan akuatik di Sungai Batu Gong Desa Tataba Kecamatan Buko Kabupaten Banggai Kepulauan. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 9 (1) : 21-32.
- Hilmira C. 2020. Keanaekaragaman dan distribusi makrozoobentos di perairan Pantai Cengkok Teluk Banten. Skripsi. Bogor : Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 34 hlm.
- Kalay DE, Lewerissa YA. Dominansi sedimen dasar hubungannya dengan kepadatan gastropoda dan bivalva di perairan Pantai Tawiri Pulau Ambon. *Jurnal Triton*. Vol 18 (1) : 28-37.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Baku Mutu Air Untuk Biota. Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kusumawardani SWD, Aprillina EN, Abida IW. Biodiversity makrozoobentos sebagai indikator pencemaran perairan Sungai Desa Pejagan Kabupaten Bangkalan. Seminar Ilmiah Nasional. Makassar : Desember 2023, Indonesia. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia. Hal 57-67. ISBN : 978-6298255-4-6.

- Lailiyah A, Susatyo A, Dzakiy MA. 2016. Keanekaragaman jenis dan persebaran mollusca di Pantai Bondo dan Pantai Prawean Bandengan Kabupaten Jepara. *Jurnal Bioma*. Vol 5 (2) : 1-11.
- Madyowati SO, Kusyairi A. 2020. Keanekaragaman komunitas makrozoobentos pada ekosistem mangrove di Desa Banyuurip Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik. *Journal of Fisheries and Marine Research*. Vol 4 (1) : 116-124.
- Magfirah, Emiyarti, Haya LOMY. 2014. Karakteristik sedimen dan hubungannya dengan struktur komunitas makrozoobenthos di Sungai Tahi Ite Kecamatan Rarowatu Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. Vol 4 (14) : 117-131.
- Marpaung AAF, Yasir I, Ukkas M. 2014. Keanekaragaman makrozoobentos di ekosistem mangrove silvofishery dan mangrove alami di kawasan ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Bonorowo Wetlands*. Vol 4 (1) : 1-11.
- Marwoto RM, Isnaningsih NR, Mujiono N, Heryanto, Alfiah, Riena. 2011. Keong Air Tawar Pulau Jawa (Moluska, Gastropoda). Cibinong: Pusat Penelitian Biologi LIPI. 16 hlm.
- Maula LH. 2018. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Cokro Malang. Skripsi. Malang : Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. 107 hlm.
- Meisaroh Y, Restu IW, Pebriani DAA. 2019. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai indikator kualitas perairan di Pantai Serangan Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. Vol 5 (1) : 36-43.
- Munjiono N, Afriansyah, Putera AKS, Atmowidi T, Priawandiputra W. 2019. Keanekaragaman dan komposisi keong air tawar (mollusca:gastropoda) di beberapa Situ Kabupaten Bogor dan Kabupaten Sukabumi.
- Mushthofa A, Muskananfolo MR, Rudiyananti S. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*. Vol 3 (1) : 81-88.
- Nangin SR, Langoy ML, Katili DY. 2015. Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 4(2): 165-168.
- Nurhia, Ira, Rahmadani. 2021. Kelimpahan dan pola sebaran makrozoobentos di perairan Desa Olo Selatan Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Sapa Laut*. Vol 6 (1): 49-54.
- Pakoa K, Friedman K, Moore B, Tardy E, Bertram I. 2014. *Assessing Tropical Marine Invertebrates : A manual for Pacific Island Resource Managers*. Noumea NC: Secretariat of the Pacific Community. 118 hlm.
- Panamerdeka. 2019. PWI dan SMSI Banten soroti proyek reklamasi Tanjung Peni Cilegon. Diakses tanggal 26 November 2023. Tersedia pada: <https://www.panamerdeka.com/438963/pwi-dan-smsi-banten-soroti-proyek-reklamasi-tanjung-peni-cilegon.html>.
- Rimadiyahani W, Krisanti M, Sulistiono. 2019. Struktur komunitas makrozoobentos di Segara Anakan Barat Laguna Jawa Tengah Indonesia. *Jurnal Keanekaragaman Hayati*. Vol 20 (6) : 1588-1596.
- Rosyadi HI, Ali M. 2020. Biomonitoring makrozoobentos sebagai indikator kualitas air sungai. *Jurnal Envirotek*. Vol 12 (1) : 11-18.
- Slamet R, Purnama D, Negara BFSP. 2021. Identifikasi jenis dan kelimpahan gastropoda di Pantai Teluk Sepang Kota Bengkulu. Vol 11 (1) : 26-34.
- Sofiyani RG, Muskananfolo MR, Bambang S. 2021. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai bioindikator kualitas perairan. *Life Science*. 10 (2) : 150-161.
- Sulphayrin, Ola LOL, Arami H. 2018. Komposisi dan jenis makrozoobentos (infauna) berdasarkan ketebalan substrat pada ekosistem lamun di perairan Nambo Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. Vol 3 (4) : 343-352.
- [USDA] United States Departement of Agriculture. 2012. *Field Book for Describing and Sampling Soils*. Lincoln (US) : USDA
- Wendri Y, Nurdin J, Zakaria IJ. 2019. Komunitas dan preferensi habitat gastropoda pada kedalaman berbeda di zona litoral Danau Singkarak Provinsi Sumatra Barat. *Jurnal Metamorfosa*. Vol 6 (1) : 67-74.

- Yulianto H, Maharani HW, Delis PC, Finisia NP. 2023. Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem mangrove di daerah penyangga Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Akuatik Sumberdaya Perairan*. Vol 17(1) : 1-6.
- Yusuf AR. 2023. Struktur komunitas dan pola sebaran makrozoobentos di Pantai Binuangeun Lebak Banten. Skripsi. Serang Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. 45 hlm.
- Zammi M. Rahmawati A, Nirwana RR. 2018. Analisis dampak limbah buangan limbah pabrik batik di Sungai Simbangkulon Kabupaten Pekalongan. *Walisongo Journal of Chemistry*. Vol 1 (1) : 1-5.
- Zulfiani I, Bahtiar, Purnama MF. 2020. Distribusi dan kelimpahan gastropoda Cerithidea cingulata di perairan Danau Tailaronto'oge Kapota Kecamatan Wangi-Wangi Selatan Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*. Vol 5 (4) : 244-253.