

EKSISTENSI MAKROZOOBENTOS DI PERAIRAN KAWASAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) TELUK SIRIH

Gusna Merina^{1*}, Rezi Junialdi², Mistia Sari², Ahmad Mursyid³, Alponsin⁴, Reffi Aryzegovina⁵

¹ Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Sains, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Ulak Karang, Padang 25134

² Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Ulak Karang, Padang 25134

³ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiya dan Ilmu Keguruan, Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus Batusangkar Jl. Jenderal Sudirman No.137, Lima Kaum, Kab. Tanah Datar, Sumatera Barat.

⁴ The Indonesian Society for Bioinformatics and Biodiversity (MABBI)

⁵ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Sains, Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Ulak Karang, Padang 25134

*Email: merinagusna@gmail.com

Abstrak

Pada operasional dari PLTU ini akan memberikan dampak terhadap kualitas air disekitarnya, salah satunya gangguan biota air. Dengan adanya pembongkaran batu bara di laut sebagai bahan bakar dan juga adanya pembuangan air bahang ke laut, kegiatan ini tentunya berdampak terhadap makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kualitas air berdasarkan eksistensi komunitas makrozoobentos dan menganalisa faktor fisika kimia air. Penelitian ini menggunakan metode survey dan pengkoleksian langsung. Lokasi pengambilan sampel terdiri dari 2 titik sampel yaitu di inlet dan outlet PLTU Teluk Sirih dengan 3 kali ulangan pada masing-masing stasiun. Hasil penelitian ditemukan makrozoobentos sebanyak 16 spesies terdiri dari 1 spesies dari kelas Bivalvia, 7 spesies kelas Gastropoda, 2 spesies kelas Malacostraca, dan 6 spesies masuk dari kelas Polychaeta. Kepadatan populasi bentos pada outlet adalah 429 ind/m² sedangkan kepadatan pada inlet adalah 528 ind/m². Indeks keanekaragaman pada titik outlet yaitu 2,815 dan inlet adalah 2,727. Berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos, maka kondisi perairan Teluk Sirih dalam kondisi baik dan stabil. Berdasarkan indeks kemerataan menunjukkan makrozoobentos tersebar merata dengan nilai mendekati 1, dan indeks dominansi mendekati nol, artinya tidak ada makrozoobentos yang mendominasi. Kualitas air seperti kecerahan dan Total suspended Solid (TSS) menunjukkan kualitas air bersih dan jernih, suhu didapatkan 24,6 dan 24,7°C, pH berkisar dari 7,76-8,18, Salinitas 19,2 ‰ dan Total Organik Karbon (TOK) 62,5-62,6 mg/L.

Kata Kunci: **Fisika, Kimia, Makrozoobentos, Perairan, dan Teluk Sirih**

Abstract

Operation of this PLTU will have an impact on the quality of the surrounding water. One of them is the disturbance of aquatic biota. With the unloading of coal in the sea as fuel and also the discharge of hot water into the sea, this activity certainly has an impact on macrozoobenthos. This study aims to analyze water quality based on the macrozoobenthos community and analyze the physical and chemical factors of water. This study uses survey methods and direct collection. The sampling location consisted of 2 sample points, namely at the inlet and outlet of PLTU Teluk Sirih with 3 repetitions at each station. The results of research on macrozoobenthos as many as 16 types. A total of 1 species of Bivalvia, 7 species

of Gastropods, 2 species of Malacostraca, and 6 species belong to the class Polychaeta. Density at the outlet is 429 ind/m² while at the inlet is 528 ind/m². The diversity index at the outlet point is 2.815 and the inlet is 2.727. Based on the macrozoobenthic diversity index, the condition of the waters of the Sirih Bay is good and the condition is stable. Based on the evenness index, the macrozoobenthos are evenly distributed with a value close to 1, and the dominance index is close to zero, meaning that no macrozoobenthos dominates. Water quality such as brightness and Total Suspended Solid (TSS) shows the quality of clean and clear water, temperature is obtained 24.6 and 24.7°C, pH ranges from 7.76-8.18, Salinity 19.2 ‰ and Total Organic Carbon (TOC) 62.5-62.6 mg/L

Keywords: *Physics, Chemistry, Macrozoobenthos, Waters, and Teluk Sirih.*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) terletak di Pesisir Laut Barat Sumatera Barat yaitu di dekat Teluk Sirih sehingga dikenal dengan PLTU Teluk Sirih. PLTU Teluk Sirih ini telah beroperasi sejak Tahun 2014. (Merina, dkk, 2023a). Mengingat bahan bakar yang digunakan PLTU ini adalah batubara yang merupakan bahan organik. Transportasi batubara tersebut melalui laut. Dalam operasional industri ini diduga akan mempengaruhi kehidupan biota di laut akibat ceceran batu bara pada proses pemindahan dari tongkang melalui *belt conveyor* menuju *stockpile*, yang paling utama menerima dampak adalah Makrozoobentos sebagai biota yang hidup di dasar perairan. Makrozoobentos memiliki habitat yang relatif tetap, pergerakannya yang terbatas, dan hidup di dalam sedimen sering disebut infauna maupun di permukaan sedimen dikenal dengan epifauna (Ulfah, Y, Widianingsih dan Zainuri, M. 2012). Habit tersebut membuat organisme makrozoobentos cocok digunakan sebagai indikator biologi di perairan. Kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna sangat dipengaruhi oleh perubahan kualitas air dan habitatnya. Kelimpahan dan keanekaragaman ini sangat tergantung toleransi dan kepekaan terhadap lingkungan sekitarnya (Harahap, A. 2022). Bahan pencemar dalam jumlah yang banyak seperti limbah air permukaan, aktifitas masyarakat sekitar perairan dapat menimbulkan pengaruh terhadap organisme akuatik, khususnya organisme makrozoobentos yang mengakibatkan punahnya spesies tertentu karena tidak mampu beradaptasi dan sebaliknya, mendukung perkembangan spesies lain organisme toleran (Yuliani dan Purwandari, 2018). Masuknya bahan pencemar ke laut ini dapat menurunkan kualitas

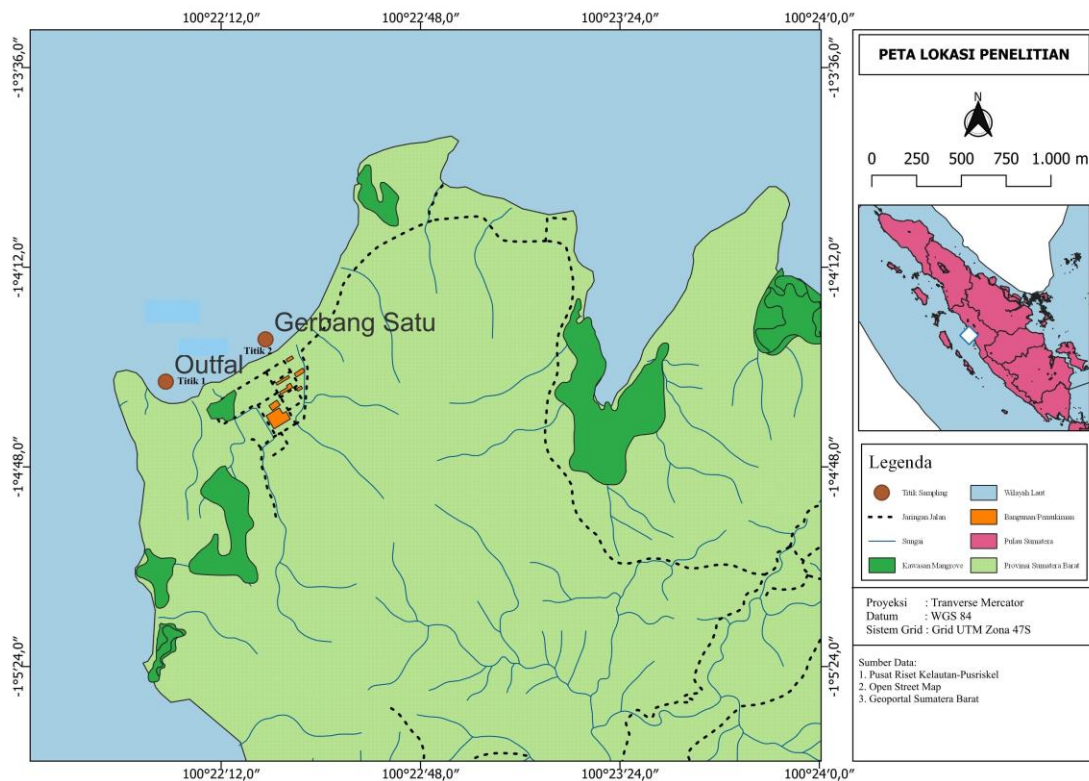
air dan juga mempengaruhi organisme yang tinggal di perairan tersebut. Pencemaran adalah suatu keadaan yang merusak bentuk aslinya. Perubahan ini dapat disebabkan oleh kotoran atau kontaminan yang masuk. Jadi ketika air tercemar, maka penyebaran jumlah spesies makrozoobentos tidak merata dan cenderung terdapat spesies yang mendominasi (Ananta & Harahap, 2022). Berkurangnya keanekaragaman spesies juga dapat dianggap sebagai pencemaran. Penelitian terkait makrozoobentos di perairan PLTU Teluk Sirih belum pernah dilakukan dan belum ada data namun penelitian terkait fitoplankton dan zooplankton sudah pernah dilakukan oleh (Merina dkk, 2023c., Junialdi dkk, 2024. Dan Merina, Junialdi dan Sari, 2024).

Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi perairan Teluk Sirih baik atau tercemar, dengan menganalisis eksistensi makrofauna berupa makrozoobentos sebagai bioindikator tingkat pencemaran perairan di ekosistem perairan laut dan analisis kualitas air berupa factor fisik dan kimia air.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Bulan Agustus Tahun 2023 pada dua stasiun yaitu stasiun I (daerah outfall) dan stasiun II (daerah inlet) dapat di lihat pada Gambar 1, setiap stasiun dilakukan pengulangan 3 kali (substasiun) untuk mewakili stasiun penelitian. Metode penentuan stasiun ini yaitu *Purposive Sampling Method* (Michel, 1984). Pengambilan makrozoobentos dan sedimen menggunakan alat *Eikman Grab* luas bukaan 15 x 15 cm². Setelah substrat dikeruk, dilakukan penyaringan sehingga memisahkan makrozoobentos dan kotoran dari substratnya. Lalu bentos dimasukan ke botol sampel. Jenis data yang diambil adalah 1) Data Makrozoobentos meliputi klasifikasi mulai dari Kelas, Ordo, Familia, Genus) dengan cara membandingkan dengan buku identifikasi siput dan kerang Indonesia (Dharma, 1992). Data habitat, meliputi: Tanggal, waktu dan lokasi pengambilan data, faktor fisika kimia air seperti suhu, TSS, pH, salinitas, TOK, dan DO perairan laut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Analisa Data

Analisis data meliputi a) perhitungan Kepadatan Bentos (K) dan Kepadatan Relatif (KR%). b) perhitungan Indeks Keanekaragaman Bentos. c) perhitungan Indeks Keseragaman Krebs Bentos (E).

Data Kepadatan Populasi Bentos (K) dan Kepadatan Relative (KR%) bentos dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$K = N_i/A$$

Keterangan:

N_i = Rataan jumlah makrozoobentos (ind)

A = Luas Area (m^2)

KR% = Kepadatan individu suatu spesies/ total kepadatan seluruh spesies x 100%

Indeks Keragaman Shannon Wiener untuk mengetahui keanekaragaman pada biota air. Indeks keragaman dapat dihitung (Krebs (1985 dalam Merina, dkk, 2022b), sebagai berikut :

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = Indeks Keragaman

Pi = $(\frac{n_i}{N})$ Jumlah suatu individu (ni) / total seluruh individu (N)

Dengan kriteria:

Tabel 1. Tabel Kualitas Perairan Menurut Indeks Diversitas Biota Air

No.	Indeks Keanekaragaman (H') Bentos	Kategori	Skala
1	<1	Sangat jelek	1
2	1-1,5	Jelek	2
3	1,6-2	Cukup Baik	3
4	2-3	Baik	4
5	>3	Sangat Baik	5

Sumber : Pergub Sumbar No. 78 Tahun 2012 dalam Merina, dkk, 2022a

Indeks Kemerataan yaitu melihat penyebaran makrozoobentos dimana nilainya ditandai dengan mendekati 1. Dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

Keterangan :

E = indeks kemerataan

H' = indeks keragaman jenis

H max = ln (S)

S = total jenis

Indeks dominansi dihitung menggunakan rumus berikut :

$$C = \sum (n_i/N)^2$$

Keterangan :

C = Indeks Dominansi

ni = Jumlah individu ke i

N = Jumlah seluruh individu

Nilai Indeks Dominansi (C) berkisar antara 0 - 1. Nilai C mendekati 0, maka ada individu yang mendominasi, sedangkan nilai C mendekati 1, maka individu merata tidak ada yang mendominasi (Odum 1993).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yaitu Kelimpahan makrozoobentos pada kedua stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

No	Kelas	Outlet		Inlet	
		Kepadatan	KR%	Kepadatan	KR%
1	BIVALVIA	33	7,692	0	0
2	GASTROPODA	0	0	462	87,5
3	MALACOSTRACA	66	15,384	0	0
4	POLYCHAETA	330	76,923	66	12,5
	Jumlah Taksa	8		8	
	Kelimpahan (Ind/m ²)	429	100	528	100

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Bioekologi IPB, 2023

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa pada hasil identifikasi sampel makrobentos ditemukan empat kelas yaitu kelas bivalvia, gastropoda, malacostraca dan polychaeta. Total jenis yang ditemukan adalah 16 jenis. Sebanyak 1 jenis Bivalvia, 7 jenis Gastropoda, 2 jenis Malacostraca, dan 6 jenis masuk ke dalam kelas Polychaeta. Kelimpahan makrofauna dipengaruhi oleh sedimen yang tersedia di stasiun penelitian. Kelimpahan tertinggi ditemukan di stasiun inlet yaitu 528 ind/m². Ini mungkin karena sedimennya berupa pasir sedang hingga sangat halus, sehingga banyak mengandung bahan organik. Nilai kelimpahan makrobentos pada outlet tidak berbeda jauh, kemungkinan karena sedimennya juga berupa pasir berukuran sedang yang mereduksi bahan organik dan mempengaruhi sumber makanan makrobentos. Menurut Riniatsihi, Edi dan Kushartono (2009), makanan organisme makrobentos adalah bahan organik perairan. Menurut Hawar, A, B Amin dan Efrield. (2013), bahan organik berasal dari vegetasi kawasan tersebut. Jumlah total bahan organik mempengaruhi kelimpahan organisme benthik. Hal ini dikarenakan bahan organik digunakan sebagai sumber makanan makrobenthos (Marpaung, Inayah, & Marzuki, 2014). Pada stasiun outlet makrozoobentos yang paling banyak ditemukan adalah Kelas Polychaeta sebanyak 330 ind/m² dengan KR% 76,92%. Sedangkan pada inlet adalah Kelas Gastropoda sebanyak 462 ind/m² dengan KR% 87,5 %. Gastropoda adalah kelas yang paling toleran sehingga penyebarannya luas, mulai dari wilayah pantai sampai kedalaman 8.200 m

dan mempunyai kemampuan beradaptasi pada kondisi salinitas dan pH yang ekstrim akibat pengaruh air laut dan air tawar. Nybakken (2005) menjelaskan bahwa komunitas makrobentos adalah hewan benthik yang hidup di dasar badan air, baik merayap, menggali atau menempel pada substrat. Kelompok organisme dominan yang membentuk makrofauna bagian bawah badan air biasanya terdiri dari empat kelompok: kelas polychaeta, kelas krustasea, kelas bivalvia, dan kelas gastropoda.

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan pada stasiun inlet memiliki jumlah angka kepadatan populasi yang lebih tinggi dari stasiun outlet. Gastropoda hanya ditemukan di kawasan inlet dengan kepadatan populasi tertinggi ditemukan pada Cerithidea, cangkang berwarna coklat hingga hitam berbentuk seperti kerucut dengan ujungnya yang sangat tajam. Permukaan cangkang terasa kasar. Spesies ini banyak ditemukan pada substrat yang sedikit berlumpur (Sofiyani, Muskananfolo, Sulardiono, 2021) hal ini cocok dengan lokasi inlet PLTU Teluk Sirih yang substrat nya berpasir dan sedikit berlumpur. Indeks biologi makrozoobentos dapat dilihat pada table 3 berikut.

Tabel 3. Indeks Biologi Struktur Komunitas Makrozoobentos

No	Indeks Biologi	Outlet	Inlet
1	Indeks Keanekaragaman (H')	2,815	2,727
2	Indeks Kemerataan (E)	0,938	0,909
3	Indeks Dominansi (C)	0,160	0,180

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Bioekologi IPB, 2023

Indeks Keanekaragaman Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh dari perairan Teluk Sirih pada 2 stasiun pada Tabel berkisar antara 2,727 hingga 2,815. Nilai tersebut termasuk dalam kategori Sangat Baik (Peraturan Gubernur Sumatera Barat, 1978). Indeks keanekaragaman dipengaruhi oleh jumlah jenis dan jumlah individu masing-masing jenis (Barus, 2004). Peningkatan jumlah individu spesies dan pemerataan jumlah individu setiap spesies meningkatkan nilai indeks keanekaragaman. Nilai indeks keanekaragaman yang tinggi mencerminkan keadaan perairan yang baik. Indeks Kemerataan (E) diperoleh dari hasil penelitian di Teluk Sirih stasiun outlet dengan nilai 0,938, nilai yang diperoleh di stasiun inlet adalah 0,909. Nilai indeks kemerataan yang diperoleh dari kedua stasiun tergolong tinggi lebih dari $E \geq 0,5$. Hal

ini menunjukkan distribusi makrofauna yang seimbang. Menurut Krebs (1985) menyatakan semakin mendekati 0 nilai E akan semakin kecil keseragaman populasi. Sebaliknya, apabila nilai E mendekati 1 maka, semakin besar keseragamannya. Dapat disimpulkan, besarnya nilai E yang didapatkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa setiap jenis makrozoobentos mempunyai tingkat kelimpahan individu tergolong merata.

Nilai indeks dominansi (C) yang didapatkan pada perairan Teluk Sirih pada kedua stasiun berkisar antara 0,16 – 0,18. Nilai ini dikategorikan rendah. Nilai C berkisar antara 0 - 1, Nilai C yang mendekati 0, maka tidak ada spesies yang mendominasi sebaliknya, nilai C mendekati 1 maka terdapat spesies yang mendominasi (Odum, 1993). Maka, dapat disimpulkan berdasarkan penelitian makrozoobentos di PLTU Teluk Sirih tidak ada yang mendominasi. Adapun faktor fisika kimia yang dianalisis dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Fisika Kimia Perairan

No.	Parameter	Lokasi Sampling		
		Outfall	Inlet	Baku Mutu
	Faktor Fisika			
1	Kecerahan (m)	> 5	>5	>3
	TSS (Zat Padat Tersuspensi)			
2	(mg/l)	1,6	1,1	80
3	Suhu (°C)	24,7	24,6	Alami
	Faktor Kimia			
4	pH	7,76	8,18	6,5-8,5
5	Salinitas (‰)	19,2	19,2	Alami
6	Total Karbon Organik (mg/L)	62,6	62,5	-

Sumber: Hasil Analisa UPTD Laboratorium Kesehatan Sumbar, 2023

Baku Mutu : *) Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut

Berdasarkan Tabel 4. nilai kecerahan tiap stasiun di perairan Teluk Sirih lebih dari 5 m. Nilai kecerahan ini tergolong relative tinggi hal ini dipengaruhi oleh lokasi pengambilan sampel arah ke tanjung, turbulensi tinggi, air laut terlihat lebih cerah. Penelitian Merina dan Zakaria (2016) di perairan Barat Sumatera Barat juga

menemukan kecerahan air yang relatif tinggi yaitu di Teluk Sungai Pisang 3-6 m dan di Kota Pariaman berkisar 3-9m. Semakin sedikit padatan tersuspensi maka tingkat kekeruhan akan semakin rendah, sehingga penetrasi cahaya semakin banyak yang masuk ke perairan. Dari hasil penelitian ditemukan konsentrasi TSS pada tiap stasiun yaitu 1,6 mg/L di outlet dan 1,1 mg/L di inlet dengan baku mutu 80 mg/L. Hal ini mengindikasikan perairan jernih. Penelitian Merina dan Zakaria (2016) menemukan TSS di perairan Sungai Pisang berkisar dari 50-150 mg/L, hal ini menunjukkan nilai TSS yang tinggi sudah melebihi baku mutu. Kandungan total padatan tersuspensi berpengaruh sangat kuat ($r = 0,934$) terhadap kelimpahan makrozoobentos dengan kisaran kelimpahan relatif antara 10,969% – 34,004% (Mustofa, 2018).

Suhu yang ditemukan pada penelitian kali ini adalah 24,6 °C di outlet dan 24,7 °C di inlet. Penelitian Merina dan Zakaria (2016) menemukan hasil yaitu suhu di perairan Sungai Pisang berkisar dari 30-31°C. Hal ini diduga karena pengambilan sampel yang berada di pantai sehingga mempengaruhi rendahnya suhu karena perairan dekat pantai memiliki suhu yang cenderung dingin karena terdapat masukan dari air tawar (air limpasan) oleh karena itu, perairan yang dekat pantai menjadi lebih dingin serta salinitas rendah (Merina dan Zakaria, 2016). Hartini, Artana dan Wiryatno (2012) menjelaskan bahwa suhu 36,5°C - 41°C merupakan suhu yang mematikan bagi organisme makrobentos, artinya hewan bentik mati pada suhu tersebut karena telah mencapai suhu kritis untuk kehidupan bentik.

Nilai pH (Tabel 4) berkisar antara 7,76 di outlet dan 8,18 di inlet. Rendahnya nilai pH di outlet diduga adanya kandungan bahan organik dari anak sungai dan juga laut dari tumpahan batubara. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh aktivitas dekomposer dalam menguraikan material organik menjadi anorganik (Merina dan Zakaria, 2016). Selanjutnya penelitian Merina, dkk (2023b) menemukan nilai rata-rata pH perairan Teluk Sungai Pisang adalah 8,68-8,83.

Nilai salinitas (Tabel 4) pada kedua stasiun yaitu sama 19 ‰ nilai salinitas tersebut sangat rendah, Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Merina dan

Zakaria (2016) di Perairan Sungai Pisang diperoleh nilai salinitas berkisar antara 31-33‰, sehingga nilai salinitas yang ditemukan pada saat penelitian jauh berbeda. Hal ini diduga karena lokasi penelitian di inlet dan outlet PLTU Teluk Sirih yang terpengaruh oleh masukan air tawar dari sungai maupun aliran dari air proses industry, Dan pada saat pengambilan sampel juga terjadi hujan sehingga menambah masukan air tawar, kemungkinan air yang diambil banyak mengandung air bah. Nilai salinitas yang ditemukan masih dalam kategori bagus untuk kehidupan makrobentos, salinitas penunjang kehidupan organisme akuatik khususnya makrobentos adalah berkisar dari 15‰ - 35‰ (Hutabarat dan Evans, 1985). Hasil pengukuran salinitas pada penelitian Merina, dkk (2023) menunjukkan nilai salinitas berkisar antara 31,4 hingga 32,1 ‰. Nilai salinitas terendah terdapat pada Stasiun 1 yang terletak pada outfall dengan nilai 31,4‰ dan inlet 32,1 ‰. dimana stasiun inlet terdapat masukan air tawar.

Total Organik Karbon (TOC) (Tabel 4) dalam penelitian ini ditemukan adalah 62,5-62,6 mg/L. Kadar organik karbon ini termasuk tinggi. Tingginya kandungan karbon organik total di lokasi penelitian diduga dipengaruhi oleh kegiatan PLTU Teluk Sirih yang menggunakan bahan bakar berupa batu bara sehingga menyumbangkan kadar organik ke perairan. Dan juga dipengaruhi oleh kondisi oseanografi arah arus laut yang dominan menuju darat dengan membawa massa air dan partikel yang mengandung bahan organik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian eksistensi makrozoobentos ditemukan komunitas makrozoobentos sebanyak 16 spesies. Sebanyak 1 spesies dari kelas Bivalvia, 7 spesies dari kelas Gastropoda, 2 spesies dari kelas Malacostraca, dan 6 spesies dari kelas Polychaeta. Kepadatan total individu pada stasiun outlet adalah 429 ind/m² sedangkan pada inlet adalah 528 ind/m². Indeks keanekaragaman pada titik outlet yaitu 2,815 dan inlet adalah 2,727. Berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos, maka

kondisi perairan teluk sirih baik dan kondisi stabil. Berdasarkan indek pemerataan menunjukkan makrozoobentos tersebar merata dengan nilai mendekati 1, dan indeks dominansi (C) mendekati 0, artinya tidak ada makrozoobentos yang mendominasi. Dapat disimpulkan bahwa makrozoobentos di perairan PLTU Teluk Sirih ini masih eksis pada habitatnya. Kualitas air seperti kecerahan dan Total suspense Solid (TSS) menunjukkan kualitas air bersih dan jernih, suhu didapatkan 24,6 dan 24,7°C, pH berkisar dari 7,76-8,18, Salinitas 19,2 ‰ dan Total Organik Karbon (TOK) 62,5-62,6 mg/L.

4.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai eksistensi makrozoobentos maka, untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis substrat sebagai tempat zoobentos hidup dan kadar logam berat serta perlu diteliti parameter lain yang dapat mempengaruhi biota di dalam perairan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Kemenristek Dikti yang telah memberikan dana hibah. Surat Keputusan Nomor 0557/E5.5/AL.04/2023 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 050/UNUSB.D/LT/2023.

6. REFERENSI

- Ananta, S., & Harahap, A. 2022. Distribusi dan Keanekaragaman Makrozoobentos. BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains, 5(1): 286–294.
- Barus. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Medan: Fakultas MIPA USU. Borrer.
- Dharma, B. 1992. *Siput dan Kerang Indonesia: Indonesian Shells II* (2 ed.). Jakarta: Sarana Graha.
- Effendi, H. 2007. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- Harahap, A. 2022. Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bilah Labuhanbatu. CV. EL PUBLISHER. ISBN: 978-623-91862-1-0. 122 Hal. Kota Banjarmasin. Kalimantan Selatan.
- Hartini H., Arthana IW., Wiryatno J. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobenthos Pada Tiga Muara Sungai Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Pesisir Pantai Ampenan Dan

- Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Jurnal Ecotrophic*. Vol 7(2): 116-125.
- Hawari, A, B Amin dan Efriyeldi. 2013. *Hubungan Antara Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobenthos Di Perairan Pantai Pandan Provinsi Sumatera Utara*. Jakarta
- Hutabarat, S dan Evans, S.M. 1985. *Pengantar Oceanografi*. Universitas Indonesia. Press. Jakarta.
- Junialdi , M. Sari, G. Merina, A. Mursyid, Alponsin, R.R. Drajat, dan Sonia. 2024. Existence of Phytoplankton in Waters Affected by Hot Water of Electric Steam Power Plant (ESPP) of Teluk Sirih as Ecological Bioindicator Reference for Climate Change Mitigation. *Sriwijaya journal of environment* vol 9 no 1. Hal. 54-61
- Marpaung, A. A. F., Inayah, Y., Marzuki, U., 2014. Keanekaragaman Makrozoobenthos di Ekosistem Mangrove alami di Kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Bonorowo Wetlands*. 4(1): 1-11.
- Merina, G. 2016. Produktivitas Primer Fitoplankton Dan Analisis Fisika Kimia Di Perairan Laut Pesisir Barat Sumatera Barat. *Jurnal Metamorfosa* III (2): 112-119.
- Merina, G., J. Nurdin., A. Mursyid., W. Putra., R. Aryzegovina dan R. Junialdi., 2022. Analisa Pencemaran Organik Sungai Masang Kecil di Kabupaten Pasaman Barat Berdasarkan Komunitas dan Indeks Biologi Makrozoobentos. *Jurnal Konservasi Hayati*, No 2 Vol 18, 2022 Hal 69-79. ^a
- Merina, G., J. Nurdin., A. Mursyid., W. Putra., R. Aryzegovina, dan R. Junialdi., 2022. Makrozoobenthos As A Bioindicator of Water Quality In The Masang Kecil River In West Pasaman Regency. *Journal of Multidiciplinary Science*, Volume I No 3 Halaman 129-138 (2022). ^b
- Merina, G. I., J., Zakaria, A., Mursyid, R. Wirni, 2023a. Trends of The Phytoplankton Community and Physical Chemical Factors as Determinants of Pollution Level in The Electric Steam Power Plant (ESPP) Teluk Sirih Waters. *Sriwijaya journal of environment* vol 8 no 1. Hal. 48-57.
- Merina, G., I., J., Zakaria, Chairul, A., Mursyid. 2023b. Komposisi Dan Struktur Komunitas Fitoplankton Di Perairan Teluk Sungai Pisang Kota Padang Sumatera Barat pada Musim Kemarau. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*, Vol. 5, (1). P 35-47.
- Merina, G. I., J., Zakaria, A., Mursyid, R. Wirni, 2023c. Trends of The Phytoplankton Community and Physical Chemical Factors as Determinants of Pollution Level in The Electric Steam Power Plant (ESPP) Teluk Sirih Waters. *Sriwijaya journal of environment* vol 8 no 1. Hal. 48-57.
- Merina, G. R. Junialdi, M. Sari. 2024. Zooplankton Community In Waters Affected By The Hot Water Of PLTU In Teluk Sirih And The Physical Chemical Factors Of The Waters. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*. Vol 6(1): 1-9.
- Michael, T. 1984. *Ecologycal Methods for Field and Laboratory Investigations*. USA. Tata McGraw-Hill Publishing.

- Mustofa. A. 2018. Pengaruh Total Padatan Tersuspensi Terhadap Biodiversitas Makrozoobentos Di Pantai Telukawur Kabupaten Jepara. *Jurnal DISPROTEK*. Vol 9(1): 37-45.
- Nybakken, J.W and M.D. Bertness. 2005. *Marine Biology, An Ecological Approach*. Pearson Education. San Francisco.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan dari *Fundamental of Ecology* oleh T. Samangan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Riniatsih, Ita. Edi, Wibowo, Kushartono. 2009. *Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi Sebagai Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi sebagai Penentu Keberadaan Gastropoda dan Bivalviadi Pantai Sluke Kabupaten Rembang*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sofiyani, R.G., M,R, Muskananfol, B. Sulardiono. 2021. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Kelurahan Mangunharjo sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. *Life Science* 10 (2)
- Sugianti, Yayuk., & Astuti, L.P. 2018. Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Volume 19, No 2.
- Ulfah, Y., Widianingsih, M. Zainuri. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak. *Journal Of Marine Research*. Volume 1, Nomor 2, Tahun 2012, Halaman 188-196.
- Yuliani, S., & Purwandari, D. A. 2018. *Pemberdayaan Daur Ulang Sampah Laut dan Pesisir Pulau Pari, Kepulauan Seribu Dki Jakarta*, (1), 1112–1119.