

Impact of Steam Power Plant X Wastewater Disposal on Phytoplankton Community Structure and Coastal Water Quality in South Lampung

Melati Rizki Ramadhina¹, Gregorius Nugroho Susanto^{1*}, Salman Alfarisi¹, Tugiyono¹

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia;

Article History

Received : November 20th, 2024

Revised : December 19th, 2024

Accepted : December 25th, 2024

*Corresponding Author:

Gregorius Nugroho Susanto,

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Bandar Lampung Indonesia; Email:

gregorius.nugroho@fmipa.unila.ac.id

Abstract: Steam power plant is a power plant that uses steam energy as the main turbine engine to produce electricity. Most steam power plant are built in coastal areas because it requires water for its utilization as waste heat or coolant from the surrounding environment. The construction of steam power plant in coastal areas has caused several issues, such as hot water waste, coal waste, mud, sand, and others that can affect the quality of coastal waters and alter the biological composition in the ocean. The purpose of this research is to determine the impact of Steam Power Plant X wastewater disposal on the phytoplankton community structure and coastal water quality in South Lampung. The sampling points were taken at 3 stations in March-April 2024. Water samples were analyzed using 3 parameters: physics, chemistry and biology, with seven optional parameters measured both ex situ and in situ, namely pH, temperature, salinity, brightness, TSS, nitrate and plankton. Based on the results, the disposal of wastewater from Steam Power Plant X has an impact on the phytoplankton community structure, resulting an increase in dominance of phytoplankton species and causing an increase in physical parameters such as temperature and brightness that exceed environmental quality standards.

Keywords: Plankton, steam power plants, wastewater.

Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan pembangkit listrik termal yang menghasilkan listrik dengan menggunakan energi uap sebagai mesin turbin utamanya. Pembangkit listrik ini menggunakan batu bara, bensin, dan energi nuklir yang sering kali menggunakan air laut sebagai pendingin. Suhu air pendingin yang kembali ke laut lebih tinggi daripada suhu air laut pada umumnya (Cahyana, 2015). Limbah air panas, limbah batu bara, lumpur, pasir, dan berbagai masalah lainnya muncul akibat pemasangan PLTU di lokasi pesisir. Masalah-masalah tersebut dapat berdampak pada perubahan susunan biologis wilayah laut. Kanal-kanal sering digunakan untuk mengalirkan limbah air panas sebelum dibuang ke laut guna menurunkan suhunya yang

tinggi (Susila *et al.*, 2016).

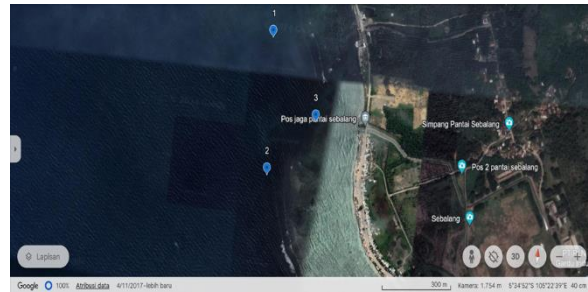
Limbah air panas yang masuk ke perairan akan mengubah suhu permukaan laut dan berdampak langsung maupun tidak langsung terhadap ekologi perairan (Subardjo dan Ario, 2015). Oleh karena kenaikan suhu permukaan laut dapat mengakibatkan penurunan jumlah fitoplankton di laut, maka penelitian ini penting untuk mengevaluasi dampak pembuangan limbah air panas (Subardjo *et al.*, 2016). Berdasarkan penelitian tentang keanekaragaman fitoplankton di laut sekitar PLTU Tambak Lorok Semarang oleh Ananta *et al.*, (2021), kelimpahan fitoplankton di perairan Tambak Lorong Semarang dipengaruhi oleh kenaikan suhu permukaan laut. Plankton khususnya fitoplankton sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan komposisi limbah air panas, sehingga dapat berdampak negatif terhadap

keanekaragaman dan struktur komunitas spesies fitoplankton (Fitrianti *et al.*, 2022; Indraswari *et al.*, 2015). Berdasarkan penelitian oleh Arielta *et al.*, (2024), suhu air mempengaruhi spesies fitoplankton yang menyusun ekosistem perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak pembuangan air limbah PLTU X terhadap struktur komunitas fitoplankton dan kualitas perairan pantai di Lampung Selatan. Penelitian ini berfokus pada analisis kuantitatif dan kualitatif berdasarkan parameter fisika (suhu, kecerahan, TSS), kimia (pH, salinitas, nitrat) serta biologi berupa kelimpahan, kenakeragaman, keseragaman dan dominansi fitoplankton sebagai indikator kualitas perairan pantai di Lampung Selatan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengaruh limbah air panas terhadap ekosistem laut, terutama bagi struktur komunitas fitoplankton serta memberikan kontribusi dalam memantau dan menjaga kualitas perairan pantai agar tetap terjaga.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Pantai Sebalang yang terletak di Jalan Patih Canggih, Dusun Sebalang, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan titik pemantauan kualitas air laut PLTU X (Gambar 1). Lokasi terdiri dari tiga stasiun yaitu stasiun pertama berjarak ± 400 m dari *outfall* pembuangan limbah, stasiun kedua berjarak ± 300 m dari *outfall* pembuangan limbah dan stasiun ketiga berjarak ± 160 m dari *outfall* pembuangan limbah. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel air laut di tiga stasiun yang berbeda pada bulan Maret-April 2024. Pengukuran parameter fisika dan kimia dilakukan oleh Tim GreenLab, Yogyakarta. Pengujian jenis dan jumlah plankton dilakukan oleh Tim GreenLab berdasarkan SNI 06-3963-1995 tentang Metode Pengujian Jenis dan Jumlah Plankton Dalam Air. Penelitian ini menggunakan metode survei dalam penentuan titik pengambilan sampel berdasarkan titik pemantauan kualitas air laut PLTU X.



Gambar 1. Peta lokasi stasiun penelitian di Pantai Sebalang, Katibung, Lampung Selatan

Sampel plankton diambil dari air laut Pantai Sebalang pada tiga stasiun yang telah ditentukan. Jaring plankton no. 20 digunakan untuk menyaring air laut sebanyak 10 kali dalam wadah bervolume 3 L. Hasil penyaringan kemudian ditampung dalam vial 350 ml. Untuk menjaga keawetan dan keutuhan jaringan plankton, sampel juga dimasukkan ke dalam botol sampel 20 ml dan difiksasi dengan dua tetes formalin 4%. Setelah selesai dibuat, botol sampel dikenali, diberi label, dan dimasukkan ke dalam ice box untuk diangkut. Dalam tata cara pengambilan sampel tercantum SNI 3414 Tahun 2019 tentang Tata Cara Pengambilan Contoh Muatan Sedimen Terapung di Sungai dengan Metode Integrasi Kedalaman Berdasarkan Pembagian Debit. Petugas GreenLab mengambil sampel air untuk parameter fisika dan kimia langsung di stasiun penelitian. Pengambilan sampel air secara langsung di tiga titik yang telah ditentukan menggunakan ember 3 liter. Faktor kimia yang diamati adalah pH, salinitas, dan nitrat, sedangkan karakteristik fisiknya adalah suhu, kecerahan, dan TSS.

Identifikasi sampel dilakukan di GreenLab. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui morfologi (alat gerak, bentuk dan warna) dan jenis plankton. Sebelum proses identifikasi, sampel plankton dihomogenisasi untuk mencegah terbentuknya endapan di dasar botol sampel. Pengamatan dilakukan dengan Sedgwick Rafter *Counting Chamber* (SR). Sampel air diambil sebanyak 1 ml dari botol sampel 20 ml menggunakan pipet tetes, lalu SR ditutup dengan kaca penutup. Pengamatan plankton dilakukan dengan mikroskop pada perbesaran 200 kali. Jika sampel terlalu padat, maka dilakukan pengenceran terlebih dahulu dengan air destilasi. Sampel plankton di

identifikasi s meliputi alat gerak, bentuk dan warna jenis plankton. Selanjutnya, ciri-ciri yang ditemukan disesuaikan dengan panduan buku identifikasi plankton *The Marine and Fresh-Water Plankton*. Data yang diperoleh dianalisis untuk menghitung nilai indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi dengan perangkat lunak IBM SPSS *Statistic 26*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Kualitas Perairan Pantai Sebalang

Sampel air laut diukur dengan tiga parameter yaitu parameter fisika, kimia dan biologi. Hasil analisis kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 1**. Berdasarkan lokasi didapatkan hasil yang berbeda pada tiap sampel. Setelah dilakukan analisis, terdapat beberapa parameter yang memiliki nilai diatas baku mutu, merujuk pada Lampiran VIII Baku Mutu Air Laut Peraturan Pemerintah Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Parameter tersebut adalah suhu, kecerahan dan TSS, namun pada TSS hanya di stasiun 3 yang nilainya diatas baku mutu.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Air Di Perairan Pantai Sebalang, Katibung, Lampung Selatan

No	Parameter	Satuan	Hasil	BML***	Metode Uji
			ST-1		
			ST-2		
			ST-3		
I	FISIKA				
1.	Suhu	°C	30,2 30,7 30,8	Coral: 28-30 Mangrove: 28-30 Lamun: 28-30	SNI-06-6989.23 Tahun 2005
2.	Kecerahan	m	9,2 8,1 7,2	Coral: 5 Mangrove: - Lamun: 3	GSP.W-LAB- TS.103
3.	TSS	mg/L	15 13 34	Coral: 20 Mangrove: 80 Lamun: 20	SNI 6989.3 Tahun 2019
II	KIMIA				
1.	pH*	-	7,87 7,86 7,88	7-8,5	SNI-06-6989.11 Tahun 2019
2.	Salinitas	‰	33 33 34	Alami Coral: 33-34 Mangrove: s/d 34 Lamun: 33-34	GSP.W-LAB- TL.034
3.	Nitrat	mg/L	<0,02** <0,02** <0,02**	0,06	SNI 6989.74 Tahun 2009

Sumber: Data Primer 2023

Keterangan:

ST: Stasiun

* : Parameter Terakreditasi oleh KAN No. LP-1342-IDN

** : < Limit Deteksi

***: Baku Mutu Air Laut Berdasarkan Lampiran VIII Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 22 Tahun 2021

Nilai parameter suhu di ketiga stasiun berada diatas baku mutu, namun kenaikan suhu tersebut tidak terlalu tinggi dan masih dapat

ditoleransi oleh plankton. Suhu optimal untuk pertumbuhan plankton berkisar antara 25-30 °C (Kadir dkk., 2015), sedangkan batas toleransi

suhu bagi pertumbuhan plankton hingga 35 °C. Menurut Sartimbul dkk (2021) peningkatan suhu dapat berpengaruh terhadap tingginya laju pertumbuhan fitoplankton. Berdasarkan hasil analisis, nilai parameter kecerahan berada di atas nilai baku mutu. Hasil analisis pada stasiun pertama memiliki nilai tertinggi dibanding kedua stasiun lainnya. Hal ini disebabkan pada stasiun pertama yang memiliki jarak paling jauh dari *outfall*, sehingga memiliki daerah serapan cahaya yang lebih luas. Kedalaman juga mempengaruhi kecerahan, sehingga nilai kecerahan yang paling rendah terdapat pada stasiun 3, dimana lokasinya lebih dekat ke *outfall* dan memiliki kedalaman yang dangkal. Hal ini dapat berpengaruh terhadap proses fotosintesis fitoplankton sehingga distribusi fitoplankton akan terganggu.

Nilai parameter TSS pada stasiun 1 dan 2 masih sesuai dengan standar nilai baku mutu, akan tetapi pada stasiun 3, nilai parameter TSS berada di atas baku mutu. Lokasi stasiun 3 yang dekat dari *outfall* mengakibatkan konsentrasi TSS semakin tinggi. Kadar salinitas pada ketiga stasiun masih sesuai standar nilai baku mutu sekitar 33-34 ‰. Stasiun 3 memiliki kadar salinitas paling tinggi. Tekanan osmotik air laut dipengaruhi oleh salinitasnya; semakin tinggi salinitas air, semakin tinggi pula tekanan osmotiknya (Widiadmoko, 2013). Hasil analisis nitrat pada ketiga stasiun dibawah standar nilai baku mutu, yaitu sebesar <0,02**, dengan nilai 0,06 standar baku mutu kadar nitrat. Tanda ** merupakan batas minimal nilai yang dapat diukur oleh alat ukur nitrat tersebut. Hal ini menunjukkan penyebaran nitrat di setiap stasiun merata.

Hasil Analisis Fitoplankton sebagai Bioindikator Pencemaran

Hasil analisis fitoplankton pada sampel kualitas perairan Pantai Sebalang yang digunakan sebagai bioindikator pencemaran dapat dilihat pada **Tabel 2**. Fitoplankton pada tiap stasiun mempunyai jumlah kelimpahan dan keragaman yang berbeda. Fitoplankton pada stasiun 1 berjumlah 10.310 sel/m³, stasiun 2 berjumlah 13.195 sel/m³ dan stasiun 3 berjumlah 11.262 sel/m³. Sedangkan keragaman fitoplankton pada tiap stasiun bervariasi, dengan stasiun 2 memiliki indeks keragaman tertinggi senilai 3,31. Secara

keseluruhan, jumlah fitoplankton yang paling banyak ditemukan pada ketiga stasiun berasal dari kelas Bacillariophyceae (Diatom), salah satu kelompok fitoplankton yang banyak hidup di perairan tercemar. Terdapat 3 fitoplankton yang berjumlah 0 individu di ketiga stasiun. Setiap plankton berasal dari kelas yang berbeda, yaitu *Stephanopyxis* sp. dari kelas Bacillariophyceae, *Drapamaldia* sp. dari kelas Chlorophyceae dan *Trichodesmium* sp. dari kelas Cyanophyceae.

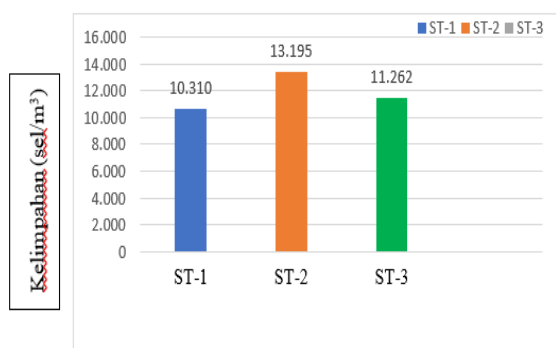
Tabel 2. Hasil Analisis Fitoplankton Sebagai Bioindikator Pencemaran

Kelas	Jenis	Jumlah Individu di Stasiun		
		1	2	3
Fitoplankton				
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrum</i> sp.	1052	854	854
	<i>Coscinodiscus</i> sp.	526	625	426
	<i>Navicula</i> sp.	485	754	331
	<i>Diploneis</i> sp.	526	126	95
	<i>Diatoma</i> sp.	125	326	165
	<i>Dytilum</i> sp.	85	425	106
	<i>Biddulphia</i> sp.	514	652	425
	<i>Thalassiosira</i> sp.	625	584	628
	<i>Nitzschia</i> sp.	485	866	488
	<i>Gyrosigma</i> sp.	331	526	510
	<i>Melosira</i> sp.	425	215	362
	<i>Surirella</i> sp.	261	526	847
	<i>Chaetoceros</i> sp.	192	10	362
	<i>Tabellaria</i> sp.	261	330	10
	<i>Planktoniella</i> sp.	442	751	556
	<i>Pinnularia</i> sp.	451	425	428
	<i>Pleurosigma</i> sp.	326	306	65
	<i>Rhizosolenia</i> sp.	56	515	10
	<i>Synedra</i> sp.	186	426	425
	<i>Thalassionema</i> sp.	50	306	751
	<i>Thalassiothrix</i> sp.	425	826	263
	<i>Fragilaria</i> sp.	50	421	362
	<i>Leptocylindrus</i> sp.	39	95	195
	<i>Skeletonema</i> sp.	152	106	85
	<i>Rhabdonema</i> sp.	264	62	62
	<i>Rhopalodia</i> sp.	86	52	94
	<i>Surirella</i> sp.	453	426	426
	<i>Stephanopyxis</i> sp.	0	0	0
	<i>Triceratium</i> sp.	215	263	306
Chlorophyceae	<i>Desmidium</i> sp.	451	481	526
	<i>Drapamaldia</i> sp.	0	0	0
	<i>Ulothrix</i> sp.	215	316	425
Cyanophyceae	<i>Spirulina</i> sp.	316	442	526
	<i>Oscillatoria</i> sp.	86	95	95

<i>Richelia</i> sp.	154	62	62
<i>Trichodesmium</i> sp.	0	0	0
Jumlah Taksa	31	32	31
Indeks Kelimpahan (K) (sel/m³)	1031	131	112
Indeks Diversitas (H')	0	95	62
Indeks Similaritas (E)	(III)	(I)	(II)
Indeks Dominasi (D)	3,27	3,3	3,2
		1	6
	0,951	0,9	0,9
		47	43
	0,045	0,0	0,0
		42	44

Kelimpahan Plankton (K)

Perairan Pantai Sebalang memiliki plankton yang tergolong dalam tiga kelas berbeda, yaitu Bacillariophyceae, Chlorophyceae, dan Cyanophyceae. Dengan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 10.310 hingga 13.195 sel/m³, Pantai Sebalang tergolong perairan laut mesotrofik. Menurut Suryanto (2011), perairan mesotrofik memiliki tingkat kesuburan sedang dan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2.000 hingga 15.000 sel/m³. Berdasarkan hasil penelitian, stasiun 2 memiliki kelimpahan maksimum sebesar 13.195 sel/m³, sedangkan stasiun 1 memiliki kelimpahan terendah sebesar 10.310 sel/m³, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun

Tingginya kelimpahan fitoplankton pada stasiun 2 disebabkan oleh beberapa faktor abiotik seperti TSS, pH, salinitas dan nitrat yang masih berada dalam standar nilai baku mutu,

meskipun terdapat 2 faktor yang melebihi nilai baku mutu yaitu suhu dan kecerahan. Kelimpahan ini menunjukkan kandungan nutrisi di Pantai Sebalang tergolong sedang dan ekosistemnya masih seimbang.

Keanekaragaman Plankton (H')

Keanekaragaman plankton di setiap stasiun memiliki nilai indeks keragaman bervariasi. Nilai indeks keragaman di stasiun 1 adalah 3,27, di stasiun 2 3,31, dan di stasiun 3 3,26. Stasiun 2 memiliki peringkat indeks keragaman tertinggi, sedangkan Stasiun 3 memiliki peringkat indeks keragaman terendah. Nilai indeks keragaman plankton pada setiap stasiun menunjukkan perairan Pantai Sebalang memiliki struktur komunitas yang stabil ($H' > 3$). Keanekaragaman yang tinggi menunjukkan banyak spesies plankton yang berbeda dapat hidup bersama dalam suatu ekosistem (Campbell dan Reece, 2012).

Keseragaman Plankton (E)

Indeks homogenitas plankton pada stasiun 1 adalah 0,951, pada stasiun 2 adalah 0,947, dan pada stasiun 3 adalah 0,943. Nilai indeks keseragaman plankton tiap stasiun lebih dari 0,6. Hal ini menunjukkan struktur komunitas bersifat stabil. Keseragaman yang tinggi berarti terdapat satu atau beberapa spesies plankton mendominasi komunitas plankton dalam suatu perairan, sedangkan spesies lainnya memiliki populasi yang jauh lebih kecil (Reynolds, 2006).

Dominansi Plankton (D)

Stasiun 1, 2, dan 3 memiliki nilai indeks dominasi masing-masing adalah 0,045, 0,042, dan 0,044. Nilai indeks dominasi yang lebih kecil dapat menunjukkan tidak adanya spesies dominan, sedangkan nilai indeks dominasi yang lebih tinggi menunjukkan adanya spesies dominan (Sirait et al., 2018). Ketiga lokasi dalam penelitian ini memiliki spesies fitoplankton yang dominan, seperti yang ditunjukkan oleh nilai indeks dominasi yang lebih besar dari 0,02. Secara umum, indeks keanekaragaman berdampak pada nilai indeks dominasi, dan ketika nilai indeks keanekaragaman rendah, nilai indeks dominasi akan naik, dan sebaliknya. Namun, perubahan kondisi lingkungan kadang-kadang akan

berdampak pada homogenitas, keragaman, dan dominasi spesies fitoplankton. Nilai indeks keanekaragaman rendah mengakibatkan peningkatan nilai indeks dominansi karena komunitas dengan nilai indeks keanekaragaman tinggi cenderung memiliki banyak spesies dengan distribusi individu yang tidak merata, sehingga tidak ada spesies yang mendominasi. Nilai indeks keanekaragaman tinggi, di sisi lain berakibat pada penurunan nilai indeks dominansi (Begon et al., 2006).

Hubungan antara parameter kualitas air dengan plankton sebagai bioindikator pencemaran

Korelasi antara parameter kualitas air dengan plankton sebagai bioindikator dianalisis dengan korelasi Pearson. Parameter kualitas air yang dianalisis antara lain suhu, kecerahan, TSS, pH, salinitas dan nitrat. Terdapat 4 jenis

indeks plankton yang digunakan pada penelitian ini, yaitu kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman dan dominansi. Setiap jenis indeks plankton akan dikorelasikan terhadap parameter fisika dan kimia seperti terlihat pada **Tabel 3**.

Data pada Tabel 3 digunakan penilaian melalui dasar pengambilan keputusan (*sig. tailed*) dan pedoman derajat hubungan (*Pearson Correlation*). Dalam hal ini kecerahan dan nitrat memiliki korelasi yang signifikan pada tingkat 0.05 dan 0,01. Kecerahan memiliki hubungan positif terhadap similaritas plankton, berarti apabila terjadi peningkatan kecerahan, maka keseragaman plankton akan semakin meningkat. Meskipun kedalaman laut dan persentase kecerahan yang cocok untuk fitoplankton tidak diketahui, biota laut dapat bertahan dalam kisaran kecerahan 3-5 m dan mencapai maksimum pada >5 m (Rahayu et al., 2016).

Tabel 3. Korelasi Pearson Antara Parameter Kualitas Air Dengan Jenis Indeks Plankton Sebagai Bioindikator Pencemaran

		Suhu	Kecerahan	TSS	pH	Salinitas	Nitrat
K	<i>Pearson Correlation</i>	.642	-.378	-.277	-.657	-.193	.324
	Sig. (2-tailed)	.556	.753	.822	.543	.877	.790
	N	3	3	3	3	3	3
H	<i>Pearson Correlation</i>	.125	.184	-.753	-.961	-.693	-.240
	Sig. (2-tailed)	.921	.882	.457	.179	.512	.846
	N	3	3	3	3	3	3
E	<i>Pearson Correlation</i>	-.933	.998*	-.820	-.500	-.866	-.1000**
	Sig. (2-tailed)	.234	.037	.388	.667	.333	.000
	N	3	3	3	3	3	3
D	<i>Pearson Correlation</i>	-.645	.381	.273	.655	.189	-.327
	Sig. (2-tailed)	.554	.751	.824	.546	.879	.788
	N	3	3	3	3	3	3

* Korelasi signifikan pada tingkat 0.05 (2-tailed)

** Korelasi signifikan pada tingkat 0.01 (2-tailed)

Nitrat memiliki hubungan negatif terhadap similaritas plankton. Apabila terjadi peningkatan kandungan nitrat, maka keseragaman plankton akan semakin menurun. Persebaran nitrat memiliki keterkaitan terhadap pola persebaran fitoplankton di suatu perairan (Handoko dkk., 2013). Tingkat kesuburan suatu perairan dapat diklasifikasikan melalui kadar nitrat. Nilai tingkat derajat hubungan nitrat terhadap keseragaman plankton mencapai kategori tinggi dengan nilai -1. Kategori ini diartikan apabila dua variabel memiliki korelasi

yang sangat kuat, baik secara positif maupun negatif seperti bernilai 1 atau -1.

Hasil pengukuran suhu pada tiap stasiun tidak jauh berbeda dan termasuk kategori suhu optimal untuk perkembangan fitoplankton. Nilai suhu bervariasi karena dipengaruhi beberapa faktor seperti kedalaman, penetrasi cahaya matahari dan waktu pengukuran yang berbeda (Rahman et al., 2016). Pertumbuhan fitoplankton membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis, sehingga semakin tinggi TSS suatu perairan akan semakin keruh dan

menyebabkan pertumbuhan biota perairan akan terhambat (Dewa *et al.*, 2016).

Sejumlah proses biologis, termasuk fotosintesis, respirasi organisme, dan keberadaan ion dalam air, dapat memengaruhi tingkat pH (Prasiwi dan Wardhani, 2018). Dominasi fitoplankton, atau produsen primer, ditentukan oleh nilai pH yang tinggi dan rendah, yang berdampak pada proses fotosintesis (Megawati *et al.*, 2014). Salinitas memainkan peran penting dalam aktivitas energi organisme, yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan, terutama untuk reproduksi fitoplankton (Beyrend-Dur *et al.*, 2011).

Faktor fisika dan kimia suatu perairan berpengaruh secara signifikan terhadap kelimpahan, distribusi dan struktur komunitas plankton (Amri *et al.*, 2020). Meskipun demikian, terdapat beberapa faktor parameter yang bersifat tidak signifikan terhadap jenis indeks plankton karena laut bersifat heterogen. Penyebab heterogenitas laut karena adanya variasi suhu, salinitas, kedalaman, dan arus laut. Sejumlah variabel, termasuk karakteristik air, gravitasi bumi, kondisi dasar air, dan rotasi bumi, dapat memengaruhi arus air di suatu perairan. Akibatnya, proses difusi langsung dari udara memengaruhi konsentrasi oksigen dalam air (Hidayat, 2015).

Kesimpulan

Pembuangan air limbah PLTU X berdampak terhadap struktur komunitas fitoplankton yang mengakibatkan peningkatan dominansi jenis fitoplankton, serta peningkatan parameter fisika yaitu suhu dan kecerahan yang melebihi standar baku mutu lingkungan. Perlu dilakukan penambahan lokasi penelitian dan pemantauan kualitas perairan pantai secara berkelanjutan, agar kualitas ekosistem pantai tetap terjaga, terutama pada kawasan wisata.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini baik secara moral maupun materil.

Referensi

- Amri, K., Ma'mun, A., Priatna, A., Suman, A., Prianto, A., & Muchlizar, M. (2020). Sebaran spasial, kelimpahan dan struktur komunitas zooplankton di estuari Sungai Siak serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 7-20. Doi: 10.24198/jaki.v5i1.26504.
- Ananta, C. D., Nuraini, R. A. T., & Pratikto, I. (2021). Jenis Fitoplankton di Perairan Sekitar PLTU Tambak Lorok Semarang. *Journal of Marine Research*. 10(1), 123-130. Doi: 10.14710/jmr.v10i1.27790.
- Arielta, M. R., & Salwiyah, S. (2024). Phytoplankton Composition in Waters Around Hot Water Waste of Steam Electricity Power Plant Nii Tanasa. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 526-535. Doi: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6583>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: From Individuals to Ecosystems (4th ed)*. Blackwell Publishing.
- Beyrend-Dur, D., Kumar, R., Rao, T. R., Souissi, S., Cheng, S. H., & Hwang, J. S. (2011). Demographic parameters of adults of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda: Calanoida): temperature salinity and generation effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 404(1-2), 1-14. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.04.012>.
- Cahyana, C. (2015). Model Sebaran Panas Air Kanal Pendingin Instalasi Pembangkit Listrik ke Badan Air Laut. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah IX, Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN dan FT-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (Vol.5, pp.293-302). Retrieved from https://www.academia.edu/download/33944399/digital_20295063-T29864-Model_sebaran.pdf.
- Campbell, N.A dan Reece, J.B. (2012). *Biologi Edisi 8 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Dewa, C., Susanawati, L. D., & Widiatmono, B. R. (2016). Daya tampung Sungai Gede akibat pencemaran limbah industri tepung singkong di Kecamatan Ngadiluwih

- Kabupaten Kediri. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 2(1), 35-43. Retrieved from <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/162>.
- Fitrianti, F. B., Ario, R., & Widianingsih, W. (2022). Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Pantai Megaproyek PLTU Batang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 11(3), 437-445. Doi: <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.31697>.
- Handoko, H., Yusuf, M., & Wulandari, S. Y. (2013). Sebaran nitrat dan fosfat dalam kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton di Kepulauan Karimunjawa. *Journal of Oceanography*, 2(3), 198-206. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/joc/article/view/4553>.
- Hidayat, D., Elvyra, R., & Fitmawati, F. (2015). Keanekaragaman Plankton di Danau Simbad Desa Pulau Birandang Kecamatan Kampar Timur Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, 2(1), pp.115-129. Retrieved from 186593-ID-keanekaragaman-plankton-di-danau-simbad.pdf.
- Indraswari, B., Aunorohim, A., & Muzaki, F. K. (2015). Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan yang Terdampak Air Bahang PLTU Paiton Kabupaten Probolinggo Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), E25-E31. Doi: [10.12962/j23373520.v4i2.13424](https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.13424).
- Kadir, M. A., Damar, A., dan Krisanti, M. (2015). Dinamika spasial dan temporal struktur komunitas zooplankton di Teluk Jakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 247-256. Doi: [10.18343/jipi.20.3.247](https://doi.org/10.18343/jipi.20.3.247).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Pasal 1 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Megawati, C., Yusuf, M., & Maslukah, L. (2014). Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau Dari Zat Hara, Oksigen Terlarut Dan Ph Di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Journal of Oceanography*, 3(2), 142-150. Retrieved from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jose>.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Prasiwi, I., & Wardhani, E. (2018). Analisis hubungan kualitas air terhadap indeks keanekaragaman plankton dan bentos Di Waduk Cirata. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(3). Doi: <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i3.2510>.
- Rahayu, Y. P., Adi, R. A., Priyambodo, D. G., Puspita, C. D., & Triwibowo, H. (2016). Kualitas air permukaan dan sebaran sedimen dasar perairan Sedanau, Natuna, Kepulauan Riau. *Jurnal Segara*, 12(1). Retrieved from <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/segara/article/view/7655>.
- Reynolds, C. S. (2006). *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sartimbul, A., Ginting, F. R., Pratiwi, D. C., Rohadi, E., Muslihah, N., dan Aliviyanti, D. (2021). Struktur komunitas fitoplankton pada perairan Mayangan Probolinggo, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(1), 146-153. Retrieved from <http://jfmr.ub.ac.id>.
- Sirait, M., Rahmatia, F., & Pattulloh, P. (2018). Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks dominansi fitoplankton di sungai Ciliwung Jakarta. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), 75-79. Doi: <http://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3338>.
- Subardjo, P. & Ario, R. (2015). Penyebaran Limbah Air Panas PLTU di Kolam Pelabuhan Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), 178-173. Doi: <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i3.531>.
- Subardjo, P., Ario, R., & Handoyo, G. (2016). Pola Persebaran Limbah Panas PLTU di Kolam Pelabuhan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 48-54. Doi: <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.600>.
- Suryanto, A. M. (2011). Kelimpahan dan komposisi fitoplankton di Waduk Seloreso Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. *Jurnal Kelautan*, 4(2), 34-39. Doi: <https://doi.org/10.21107/jk.v4i2.877>.

- Susila, I. M. A. D., Faridha, F., Lestari, E., Adilla, I., Magdalena, M., dan Sihombing, A. L. S. (2016). Dampak biologis limbah bahang terhadap biota perairan di sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap Suralaya. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 10(1), 35-50.
- Wibowo, M., & Asvaliantina, V. (2018). Kajian dispersi panas akibat air limbah rencana pembangunan PLTU Kuala Tungkal- Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 1-12. Retrieved from <https://www.academia.edu/download/79694905/pdf.pdf>
- Widiadmoko, W. (2013). Pemantauan kualitas air secara fisika dan kimia di Perairan Teluk Hurun. Bandar Lampung: Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. Politeknik Negeri Lampung.