



Bioindikator Plankton dan Benthos dalam Monitoring Kualitas Air Sungai PT. WXYZ

Denaya Andrya Prasidya¹, Rizka Novembrianto^{2*}, Munawar², Muhammad Abdus Salam Jawwad², Muslikha Nourma Rhomadhoni³

¹ Program Studi Kesehatan Lingkungan, Universitas Negeri Islam Lamongan

² Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran Jawa” Timur

³ Program Studi DIV-K3, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

Email Korespondensi: rizka.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 10 September 2022

Disetujui: 24 Oktober 2022

Diterbitkan: 31 Oktober 2022

Kata Kunci:

Pemantauan, Plankton, Benthos, Upstream, Downstream

ABSTRAK

Pemantauan kualitas air sungai memberikan gambaran terhadap keanekaragaman Plankton dan benthos. Tujuan penelitian ini sebagai bahan evaluasi kualitas badan air sungai disekitar PT. WXYZ. Terdapat dua titik pengamatan yakni pada upstream dan downstream. Teknik yang dimanfaatkan yaitu purposive sampling. Temuan riset yakni filum dan kelimpahan benthos di sungai PT. WXYZ sangat minim, hanya ada 1 Filum Bethos pada lokasi sampel Downstream Air Sungai yaitu Clitella dengan spesies benthos Tubifex sp (Cacing Sutra) sebanyak 13 individu. Plankton yang ditemukan di sungai PT. WXYZ ada 16 genus yang memuat 14 genus fitoplankton yaitu *Istmia*, *Fragillaria*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Placoneis*, *Diatoma*, *Cosmarium*, *Chlorella*, *Eudorina*, *Pyramimonas*, *Oscillatoria*, *Arthrospira*, *Spirulina*, *Vacuolaria*, dan 2 spesies zooplankton, *Favella* dan *Euglena*. Keberadaan benthos dan plankton yang mampu bertahan pada lingkungan yang mengandung logam menunjukkan tingkat pencemaran sedang.

Received: 10 September 2022

Accepted: 24 October 2022

Published: 31 October 2022

Keywords:

Monitoring, Plankton, Benthos, Upstream, Downstream

ABSTRACT

Monitoring of river water quality provides an overview of the diversity of plankton and benthos. The purpose of this research is to evaluate the water quality of river water bodies around PT. WXYZ. There are two observation points, namely upstream and downstream. The method used is purposive sampling. The results of research findings Research findings that phylum and abundance of benthos in the river PT. WXYZ is very minimal, there is only 1 phylum Bethos at the location of the Downstream River Water sample, namely Clitella with the benthos species Tubifex sp. as many as 13 individuals. Plankton found in the river PT. WXYZ has 16 genera containing 14 phytoplankton genera, namely Istmia, Fragillaria, Navicula, Pleurosigma, Placoneis, Diatoma, Cosmarium, Chlorella, Eudorina, Pyramimonas, Oscillatoria, Arthrospira, Spirulina, Vacuolaria, and 2 species of zooplankton, Favella and Euglena. The presence of benthos and plankton that are able to survive in an environment containing metals indicates a moderate level of pollution.

1. PENDAHULUAN

Kualitas air limbah dapat berubah sebagai akibat dari aktivitas pembuangan air limbah industri, rumah tangga, atau pertanian ke badan air permukaan, penurunan kualitas air limbah dapat terjadi. Jumlah zat organik dan anorganik yang berlebihan akan mengakibatkan ketidakstabilan. Populasi plankton dapat digunakan sebagai monitoring dalam merespon perubahan kualitas air di suatu perairan. Jumlah zat organik dan anorganik yang berlebihan tersebut digunakan sebagai sumber nutrisi atau zat makan oleh plankton pada proses fotosintesis. Keseimbangan alam dapat ditunjukkan oleh kehadiran plankton. Namun, apabila populasi plankton

meningkat, akan memberikan dampak terhadap kualitas air menjadi menurun karena tidak mampu dikendalikan. Organisme perairan seperti plankton dan benthos yang mendiami suatu wilayah perairan tertentu dapat digunakan sebagai indikator pencemaran karena pergerakan dan umurnya yang relative lama (Prayan dkk, 2014).

Sungai sekitar PT. XWYZ digunakan untuk tempat pembuangan air limbah yang sudah terolah oleh Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sehubungan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2021, untuk pengendalian pencemaran lingkungan, maka dilakukan analisis terhadap komunitas benthos dan plankton di sekitar

yang terpapar dan variasi kondisi biologi yang berpotensi bioakumulasi dari air limbah yang dibuang.

2. METODE

Lokasi penelitian adalah perairan sungai di lingkungan terbuka sekitar upstream dan downstream IPAL PT WXYZ. Dengan memanfaatkan pendekatan purposive sampling, maka lokasi sampel riset ini ditentukan di beberapa sungai.

Ekman Dredge digunakan untuk mengumpulkan hewan benthos, plankton net digunakan untuk pengambilan sampel plankton, bahan pengawet plankton dan benthos. pH indikator untuk mengukur derajat keasaman, Water Quality Checker dimanfaatkan dalam rangka mengukur parameter kualitas air kimia dan fisik termasuk suhu, kekeruhan, keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO), serta peralatan penunjang lainnya seperti botol sampel, ember, kantong plastik, spidol, kertas label, pinset, mikroskop, serta buku identifikasi plankton dan benthos yang digunakan yaitu menurut : Davis (1955) dan Yamaji (1979).

2.1 Pengambilan Sampel

Sampel dianalisis memanfaatkan tiga kriteria: biologi, fisika, dan kimia. Benthos dan plankton akan dimanfaatkan sebagai parameter biologis, sementara suhu dan kecerahan akan dievaluasi sebagai karakteristik fisik. Parameter kimia yang diukur yaitu pH, DO, COD, dan BOD.

Ekman Dredge digunakan untuk mengumpulkan sampel sedimen. Sedangkan pengambilan sampel plankton dengan plankton net nomor 25 yang dipasang tabung pengumpul plankton 50 mililiter. Sampel air yang mengandung plankton dikondensasikan ke dalam wadah sampel plankton 1 ml dan disimpan dengan larutan lugol 1,5-2 ml sebelum dibawa ke laboratorium. Pengambilan sampel benthos dilakukan dengan mengumpulkan sampel lumpur atau substrat sungai. Proses penyaringan sampel dengan cara diletakkan diatas ayakan kemudian dibilas dengan air mengalir sambil diayak untuk menghilangkan partikel pasir. Sampel yang mengandung benthos kemudian diawetkan dengan larutan formalin yang mengandung formaldehida 4-10%.

Sampel plankton dan benthos dianalisis kemudian didetremisasi dan diidentifikasi dengan "SedgwickRafter (SR) counting cell chamber" di bawah mikroskop binokular. Selain itu, jenis dan jumlah plankton didokumentasikan menurut kategori taksonominya. Penyaringan dan penyortiran sampel benthos berdasarkan jenisnya dengan cara menggunakan kaca pembesar, pinset, dan mikroskop binokuler.

2.2 Analisis Data

Data tersebut kemudian diolah untuk dianalisis Indeks Keanekaragaman (H'), Dominasi (C), Kelimpahan Relatif (KR), dan Keseragaman (E)

a. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman (H') memberikan gambaran matematis status populasi organisme untuk memudahkan analisis data jumlah individu setiap spesies dalam suatu komunitas. Perhitungan demikian dilakukan dengan memanfaatkan persamaan Shannon-Wiener (Krebs, 1989).

$$H = -\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N} \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \right] \ln \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Sumber : Kendeigh (1980)

Keterangan:

H = Indeks diversitas (keanekaragaman)

ni = jumlah individu setiap jenis

N = jumlah total individu

Tabel 1 menampilkan parameter untuk mengidentifikasi variasi dan jumlah pencemaran sungai menurut (H').

H'	Klasifikasi
0 < H' < 2,3	Keanekaragaman rendah
2,3 < H' < 6,9	Keanekaragaman sedang
H' > 6,9	Keanekaragaman tinggi

Sumber : (Michael, 1994)

b. Indeks Dominansi (C)

Simpson (1949) dan Odum (1993), mengungkapkan cara menghitung indeks dominansi ini yaitu:

$$C = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2$$

Keterangan :

C = Indeks dominansi;

Ni = jumlah individu jenis i

N = Jumlah individu

Ketika nilai D mendekati 1, jenis tertentu mendominasi (Odum, 1993)

Indeks Dominansi	Tingkat Dominasi
0,00 < C < 0,30	Keanekaragaman rendah
0,30 < C < 0,60	Keanekaragaman sedang
0,60 < C < 1,00	Keanekaragaman tinggi

c. Kelimpahan Relatif (KR)

Rumus untuk menghitung kelimpahan Odum (1993):

$$KR = \frac{n_i}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

KR = Kelimpahan Relatif

ni = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah individu seluruh spesies

d. Indeks Keseragaman (E)

Indeks pemerataan didasarkan pada fungsi Shannon-Wiener untuk menghitung distribusi setiap jenis hewan makrobentik di daerah pengamatan (Fachrul, 2007).

$$E = \frac{1}{H' \text{ maks}}$$

Keterangan :

E = Indeks Keseragaman

H' maks = ln s (s adalah spesies)

H' = Indeks Keanekaragaman

Indeks keseragaman bervariasi antara 0 dan 1. Jika nilai E > 0,60, nilai keseragaman tinggi (Kreb, 1989).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Biologi (Total coliform)

Tabel 3 menyajikan hasil pemeriksaan parameter biologi kualitas air dengan memanfaatkan indikator konsentrasi total mikroba Coliform.

Tabel 3. Hasil analisis kualitas Air Sungai di sekitan IPAL Industri PT. WXYZ berdasarkan Parameter Biologi

No	PARAMETER	SATUAN	HASILUJI
1	Total coliform	MPN/ 100 mL	630

Parameter biologis dan indikator kandungan total bakteri Coliform digunakan sebagai uji kualitas air. Total bakteri Coliform bisa ditemukan di limbah industri, limpasan pertanian, kotoran, dan sumber lain. Umumnya, dari segi biologis, air dari ketiga tempat tersebut tercemar, yang ditentukan oleh adanya total bakteri coliform dalam sampel laboratorium. Total bakteri coliform sebanyak 630 MPN/100mL ditemukan pada pengujian laboratorium sampel air dari sungai sekitar PT. WXYZ. Hal ini menandakan bahwa kategori kualitas air sungai termasuk kedalam kategori kelas I (Berdasarkan Peraturan pemerintah No 82 Tahun 2001).

Mikroba total coliform merupakan jenis mikroba coliform yang berasal dari pencemaran organik lingkungan (Sulistiyorini et al., 2016). Total coliform ialah indikator mikroba pertama yang dimanfaatkan untuk menilai keamanan air minum. Keberadaan mikroba coliform dalam air sangat berpengaruh terhadap kualitasnya (Anisafitri et al, 2020). Lebih sedikit mikroba di dalam air menandakan kualitas air yang lebih tinggi. Sementara itu, kualitas air memburuk sesuai dengan jumlah kuman yang ada. Karena bakteri Coliform merupakan mikroba indikator pencemaran air, keberadaan bakteri Coliform dalam jumlah besar di sungai berimplikasi pada memburuknya kondisi biologis (Safitri et al, 2018).

3.2 Jenis dan Kelimpahan Benthos

Seperti terlihat pada Tabel 4, hasil pengujian air sungai PT. WXYZ menghasilkan banyak spesies makrobentos, dengan setiap stasiun termasuk beberapa famili.

Tabel 4. Jenis, Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E') serta Indeks Dominansi (D') Benthos di Aliran Sungai PT. WXYZ .

No.	JENIS BENTHOS	Lokasi Sampling	
		Upstream Air Sungai	Downstream Air Sungai
ANNELIDA			
CLITELLATA			
1	<i>Tubifex sp.</i>	0	13
Jumlah Individu per mL Sampel		0	13
Jumlah Taxa		0	1
Indeks Diversitas H'		0.00	0.00
Indeks Dominansi Simpson		0.00	0.00
Indeks Kelimpahan Relatif (KR)		0.00	0.00
Indeks Equitabilitas E		0.00	0.00

Benthos merupakan spesies organisme yang banyak hidup dan berkembang biak di dasar perairan (sungai, danau, laut,

dan danau) dan lain-lain. Kelompok organisme ini sering menempel pada batu, menenggelamkan diri dalam lumpur dan pasir, dan bergerak mengikuti sungai. Kelimpahan dan keanekaragaman benthos sangat cocok dimanfaatkan sebagai bioindikator kualitas air karena tingkat sensitivitas organisme ini bervariasi sesuai dengan jenis polutan dan memberikan reaksi yang cepat, mobilitas rendah, dan sensitivitas langsung terhadap lingkungan. zat. Selain itu, benthos relatif mudah diperoleh, diidentifikasi, dan dianalisis dibandingkan dengan organisme lain.

Menurut pengamatan terhadap jenis dan jumlah benthos di sungai sekitar PT. WXYZ (Tabel 4), yaitu hanya ada 1 Filum Bethos pada lokasi sampel Downstream Air Sungai yaitu Clitella dengan spesies bentos Tubifex sp (Cacing Sutra) sebanyak 13 individu per mL. Spesies ini termasuk yang mempunyai toleransi tinggi pada variasi kualitas air, oleh karena itu mereka sering hadir di setiap lokasi pengamatan. Keberadaan organisme ini mengindikasikan kualitas air yang buruk.

Dari 2 lokasi pengambilan sampling, kelimpahan cacing Sutra (*Tubifex sp.*) hanya ditemukan pada lokasi Downstream Air Sungai sebanyak 13 individu per 100 ml sampel. Salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan kelimpahan *Tubifex sp.* yaitu tingginya tingkat kekeruhan air di perairan sungai yang dihasilkan oleh aktivitas berbagai perusahaan di sekitar PT. WXYZ, sampah dari masyarakat sekitar yang memanfaatkan sungai untuk membuang sampah, serta sampah pemukiman dan pertanian yang dibuang oleh penduduk tanpa diolah. Selain menyumbat aliran sungai, air limbah pertanian ditambah dengan pupuk dan pestisida membuat air menjadi coklat dan menghambat kelangsungan hidup biota air. Adanya lumpur dan pasir di dasar perairan sungai di sekitar PT. WXYZ, yang memungkinkan makhluk makrozoobentos dengan adaptasi tinggi untuk berkembang di perairan ini, adalah elemen tambahan. Menurut Kesuma dkk (2022) mikroba, jamur, dan hewan yang resisten seperti cacing *Tubifex* dan larva Chironomid yang bertahan hidup di air yang terkontaminasi oleh sampah organik yang berat. Menurut Sastrawijaya (2000), spesies *Asellus*, *Sialis*, *Limnaea*, *Physa*, dan *Sphaerium* berfungsi sebagai penanda biologis pencemaran air sedang, sedangkan keberadaan organisme makrozoobentos seperti *Nais*, *Chironomus*, *Tubifex*, dan *Eristalis* menunjukkan pencemaran air yang signifikan.

Tabel 4 menampilkan indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E'), dan dominansi (C) makrobentos di PT. WXYZ. Menurut Tabel 4, hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') benthos di tiga lokasi sampel tergolong rendah karena (H'1) 0,00; Secara umum, stabilitas indeks keanekaragaman benthos di tambak ini relatif buruk. Diduga bahan organik dan makanan di dasar laut sangat sedikit, sehingga tidak bisa lagi menopang keberadaan makhluk benthos.

Perhitungan nilai indeks dominansi (C') untuk masing-masing lokasi sampel observasi menghasilkan nilai 0,00. Indeks dominansi yang dihitung (C') mengindikasikan bahwa sebagian besar daerah tidak memiliki spesies benthos yang mendominasi. Menurut (Odum, 1993), jika nilai C yang diperoleh mendekati 1 (<1,0), spesies benthos dominan terdapat di dalam air. Secara umum populasi biota di lokasi sampel di Sungai PT. WXYZ cukup tidak stabil. Hal ini menandakan bahwa lingkungan, terutama dasar perairan tambak, menjadi kurang kondusif bagi kelangsungan hidup dan reproduksi spesies benthos.

Indeks keseragaman benthos (E') di PT. WXYZ ini adalah nol (0). Saluran air ini memiliki persyaratan lingkungan yang stabil. Menurut Basmi (2000), nilai indeks keseragaman tersebut menandakan homogenitas spesies yang membentuk komunitas sungai PT. WXYZ sangat rendah, kurang dari 0,6, mengindikasikan bahwa kelimpahan individu dari setiap spesies sangat berbeda atau mungkin didominasi oleh satu spesies, *Tubifex* sp. Hal ini diakibatkan oleh adanya tekanan ekologis fisik, kimia, dan biologis di saluran air. Seperti yang ditunjukkan oleh pengamatan spesies dan indeks keanekaragaman benthos di lokasi sampel, hanya satu filum yang ditemukan. Makrozoobenthos *Tubifex* sp. ialah hewan yang menenggelamkan tubuhnya setengah atau seluruhnya di dasar air untuk bertahan hidup. Sementara itu, spesies benthos akan sulit beradaptasi di perairan dengan substrat dasar berpasir, berlumpur, atau berkerikil. Hanya benthos dengan tubuh yang dapat beradaptasi dengan kerikil berpasir dan lumpur di dasar kolom air yang dapat tinggal di dasar perairan.

3.3 Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton

Tabel 5 menampilkan observasi komposisi jenis fitoplankton dan perhitungan kelimpahan, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E'), dan indeks dominan (D') di PT. WXYZ.

Fitoplankton ialah makhluk kecil di laut yang bisa memproduksi bahan organik dari zat anorganik dengan fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Di setiap lingkungan laut di dunia, fitoplankton berfungsi sebagai produsen utama. Dipercaya bahwa 95% dari output utama lautan berasal dari fitoplankton (Nielsen, 1975; Raymont, 1984; Nybakken, 2005).

Menurut data riset sampel air sungai di bagian hulu, bisa diamati dari tabel tersebut terdapat lima kelas yakni: *Bacillariophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorophyceae*, *Pyramimonadophyceae*, dan *Cyanophyceae*. Pada kelas *Bacillariophyceae*, didapati 3 genus yakni *Fragillaria* sp. (1 spesies), *Navicula* sp. (5 spesies), dan *Diatoma* (2 Spesies). Pada kelas *Trebouxiophyceae*, ditemukan 1 genus yaitu *Chlorella* sp. (32 spesies). Kelas *Chlorophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Eudorina* sp. (3 spesies). Kelas *Pyramimonadophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Pyramimonas* sp. (23 spesies). Pada kelas terakhir yaitu *Cyanophyceae* didapati 3 genus yakni *Oscillatoria* sp. (1 spesies), *Arthrospira* sp. (1 spesies), *Spirulina* sp. (1 spesies). Maka dari itu total jumlah keseluruhan spesies fitoplankton pada bagian Hulu (Upstream Air Sungai) yaitu 39 spesies.

Pada sampel air sungai bagian Hilir (downstream air sungai) bisa diamati pada tabel tersebut bahwa ditemukan 7 kelas yakni: *Bacillariophyceae*, *Trebouxiophyceae*, *Chlorophyceae*, *Pyramimonadophyceae*, dan *Cyanophyceae*. Pada kelas *Bacillariophyceae*, didapati 5 genus yakni *Istmia* sp. (1 spesies), *Fragillaria* sp. (2 spesies), *Navicula* sp. (8 spesies), *Pleurosigma* sp. (2 spesies), *Placoneis* sp. (2 Spesies). Kelas *Zygnematophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Cosmarium* sp. (1 spesies). Pada kelas *Trebouxiophyceae*, ditemukan 1 genus yaitu *Chlorella* sp. (3 spesies). Kelas *Chlorophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Eudorina* sp. (2 spesies). Kelas *Pyramimonadophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Pyramimonas* sp. (12 spesies). Pada kelas terakhir yaitu *Cyanophyceae* ditemukan 1 genus yaitu *Oscillatoria* sp. (4 spesies). Maka dari itu total jumlah keseluruhan spesies

fitoplankton pada bagian Hulu (upstream air sungai) yaitu 74 spesies.

Tabel 5. Jenis, Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E') serta Indeks Dominan (D') Fitoplankton di Aliran Sungai PT. WXYZ

No.	JENIS FITOPLANKTON	Lokasi Sampling	
		Upstre am Air Sungai	Downstre am Air Sungai
BACILLARIOPHYCEAE (DIATOM)			
1	<i>Istmia</i> sp.	0	1
2	<i>Fragillaria</i> sp.	1	2
3	<i>Navicula</i> sp.	5	8
4	<i>Pleurosigma</i> sp.	0	2
5	<i>Placoneis</i> sp.	0	2
6	<i>Diatoma</i> sp.	1	0
CHLOROPHYTA (ZYGNEMATOPHYCEAE)			
7	<i>Cosmarium</i> sp.	0	1
CHLOROPHYTA (TREBOUXIOPHYCEAE)			
8	<i>Chlorella</i> sp.	3	39
CHLOROPHYTA (CHLOROPHYCEAE)			
9	<i>Eudorina</i> sp.	3	2
CHLOROPHYTA (PYRAMIMONADOPHYCEAE)			
10	<i>Pyramimonas</i> sp.	23	12
CYANOPHYCEAE			
11	<i>Oscillatoria</i> sp.	1	4
12	<i>Arthrospira</i> sp.	1	0
13	<i>Spirulina</i> sp.	1	0
DINOFLAGELLATA			
14	<i>Vacuolaria</i> sp.	0	1
	Sel/ml	39	74
	Sel/100 ml	78	148
	Jumlah Taxa	9	11
	Indeks Diversitas H'	1.44	1.60
	Indeks Dominansi Simpson	0.38	0.32
	Indeks Kelimpahan Relatif (KR)	1.00	1.00
	Indeks Equitabilitas E	0.65	0.67

Nilai indeks keanekaragaman yang hampir sama pada setiap lokasi sampling. Nilai indeks keanekaragaman lebih dari 1,00 tetapi kurang dari 2,00 di lokasi sampel 1 (air sungai hulu) dan 2 (air sungai hilir). Menurut baku mutu pencemaran yang diturunkan dari (H'), status PT. Sungai WXYZ masuk dalam kategori tercemar sedang. Pengamatan jenis dan indeks keanekaragaman plankton di sungai PT. WXYZ mengungkapkan tujuh kelas fitoplankton, yaitu kelas *Bacillariophyceae* (*Diatom*) 6 spesies, *Chlorophyta* (*Zygnematophyceae*) 1 spesies, *Chlorophyta* (*Trebouxiophyceae*) 1 spesies, *Chlorophyta* (*Chlorophyceae*) 1 spesies, *Chlorophyta* (*Pyramimonadophyceae*) 1 spesies, *Cyanophyceae* (3 spesies), dan *Dinoflagellata* (1 spesies). Kelas *Bacillariophyceae* memiliki jumlah spesies fitoplankton (*Diatom*) terbanyak.

Berdasarkan tabel, terlihat bahwa pada perairan sungai PT. WXYZ, sebagian besar spesies termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae* (*Diatom*), kemungkinan karena fitoplankton ini memiliki kemampuan beradaptasi dan bertahan hidup yang besar dalam berbagai kondisi perairan,

bahkan yang keras sekalipun. Menurut Odum (1998), keberadaan beberapa kelas Bacillariophyceae (Diatom) di dalam air merupakan hasil dari kemampuan mereka untuk beradaptasi dengan lingkungan mereka, kosmopolitanisme mereka, ketahanan mereka terhadap keadaan yang keras, dan kapasitas reproduksi mereka yang besar. Bacillariophyceae ialah kelas diatom yang paling tahan terhadap kondisi air, seperti suhu, dan mampu beradaptasi secara efektif dengan habitat perairannya agar dapat berkembang biak dengan cepat dan menyerap nutrisi secara efisien (Praseno dan Sugestingsih, 2000 dalam Nurfadillah et al., 2012). Kayanti (2012) mengutip Hutomo (1995) yang mengatakan bahwa kelas Bacillariophyceae mendominasi perairan. Bacillariophyceae (diatom) memiliki jangkauan yang luas, oleh karena itu mereka bisa didapati baik di air tawar maupun air asin (Smith, 1950). Karena hubungan tangkai agar-agar dengan substrat, kelas Bacillariophyceae dari divisi Bacillariophyta bisa beradaptasi dengan arus cepat dan lambat (Andriansyah et al., 2014). Bacillariophyta juga adalah bioindikator yang sudah sering dimanfaatkan dalam rangka mengevaluasi besarnya pencemaran air (Winahyu et al., 2013).

Namun, berdasarkan jumlah individu per 100 mL sampel, jumlah fitoplankton yang paling banyak ditemukan pada lokasi I (upstream air sungai) yaitu dari kelas Chlorophyta (Pyramimonadophyceae) dengan nama spesies Pyramimonas sp. sebanyak 23 ind/100 mL. Sedangkan pada lokasi II (Downstream air sungai) yaitu dari kelas Chlorophyta (Trebouxiophyceae) dengan nama spesies Chlorella sp. sebanyak 39 ind/100 mL. Chlorophyta ialah kategori mikroalga yang paling umum. Demikian pula, menurut berbagai riset, sejumlah besar spesies Chlorophyta di lingkungan perairan mungkin menunjukkan bahwa ia kemungkinan terkena polusi ringan; karenanya, Chlorophyta bisa berfungsi sebagai bioindikator dari pengaturan ekosistem perairan yang tertekan. Adanya jenis mikroalga yang tidak merata di setiap titik observasi diyakini sebagai akibat dari perbedaan toleransi mereka terhadap variabel fisiko-kimia lingkungan perairan. Ini selaras dengan penegasan Onema (2007) dan Zalocar de Domitrovic et al. (2007) dalam Fachrul et al. (2008), bahwa komposisi mikroalga tidak selalu merata pada masing-masing lokasi dalam sebuah ekosistem, yang mana sering dijumpai spesies tertentu melimpah sementara yang lain tidak. Distribusi dan kuantitas mikroalga sangat diatur oleh keadaan lingkungan perairan (Radiarta 2013). Mikroalga memerlukan keadaan lingkungan perairan yang memenuhi kebutuhannya agar dapat bertahan hidup (Asriana, 2010).

Hasil dari dua lokasi sampel riset meliputi perhitungan nilai indeks dominasi (C) Simpson mendapatkan data pada lokasi I dengan kategori sedang sebesar 0,38 dan pada lokasi 2 dengan kategori sedang sebesar 0,32. Di semua lokasi sampel, indeks dominansi fitoplankton berkisar antara 0 hingga 0,5, yang menandakan bahwa tidak ada spesies yang dominan. Di semua lokasi sampel, indeks dominansi fitoplankton berkisar antara 0 hingga 0,5, yang menandakan bahwa tidak ada spesies yang dominan. Menurut riset Wahyudiati dkk. (2017), dominansi fitoplankton rendah karena indeks dominansi mendekati 0. Hal ini menandakan tidak ada spesies fitoplankton yang mendominasi. Nilai indeks dominansi yang rendah menyiratkan bahwa tidak ada satu spesies pun yang mendominasi di perairan tersebut. Nilai indeks dominansi yang mendekati 0 menandakan bahwa tidak ada spesies dalam struktur

komunitas fitoplankton yang mendominasi spesies lain sampai tingkat yang luar biasa. Status struktur komunitasnya stabil dan semua jenis fitoplankton memiliki kapasitas dan peluang yang sama untuk memanfaatkan sumber daya di sekitarnya. (Yuliana, 2014).

Hasil kelimpahan relatif fitoplankton pada masing-masing lokasi sampling menunjukkan kelimpahan yang sama yakni 1%. Kelimpahan fitoplankton yang sama pada tiap lokasi sampling membuktikan bahwa terjadinya pemerataan intensitas cahaya yang masuk pada perairan sungai PT. WXYZ karena fitoplankton yang fotosintesisnya sangat bergantung pada intensitas cahaya (Hasanah, 2014). Berdasarkan kelimpahan individu total fitoplankton perairan sungai PT. WXYZ ini pada lokasi sampling 1 (upstream air sungai) berkisar 78 ind/100mL dan lokasi sampling 2 (downstream air sungai) berkisar 148 ind/100mL. Fitoplankton yang paling banyak ditemukan di lokasi upstream air sungai yakni fitoplankton berasal dari kelas Chlorophyta (Pyramimonadophyceae) yaitu Pyramimonas sp. dengan jumlah 23 ind/100mL, sedangkan fitoplankton yang paling banyak ditemukan di lokasi downstream air sungai yakni fitoplankton berasal dari kelas Chlorophyta (Trebouxiophyceae) dengan nama spesies Chlorella sp. dengan jumlah 39 ind/100mL. Kelas fitoplankton Chlorophyta, khususnya spesies Chlorella sp. paling banyak ditemukan di lokasi sampling karena Chlorella sp. bisa berkembang di lingkungan yang keras dan mentolerir dampak eksternal untuk jangka waktu yang tidak sebentar (Widiyani, 2014 dalam Zahir, 2011). Hasil pengujian air sungai PT. WXYZ, Chlorella sp. dapat tumbuh pada air sungai yang mengandung Cd. melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VI tentang Pelaksanaan dan Pengelolaan Perlindungan Lingkungan Hidup dan Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya. Chlorella sp. bisa dimanfaatkan sebagai bioremediator, menurut penelitian Kurniawan dan Aunurrohman (2013), karena termasuk protein dan polisakarida yang berperan penting dalam proses biosorpsi ion logam berat hingga batas konsentrasi tertentu tanpa merugikan organisme. Menurut Wetipo dkk. (2013), Chlorella sp. bisa menyerap logam berat (Cu, Cd, Cr, dan Zn) secara efektif. Karena Chlorella sp. mempunyai fitohormon dan poliamina untuk beradaptasi dengan habitat air yang terkontaminasi logam berat, dapat berkembang di lingkungan yang tercemar.

Selain indeks keanekaragaman, kelimpahan relatif, dan indeks keseragaman dihitung di setiap lokasi sampel. Hasil perhitungan H' diketahui bahwa nilai keanekaragaman kedua lokasi masing-masing lokasi I sebesar 1,44 dan lokasi II sebesar 1,60. Berdasarkan kriteria Indeks Shannon-Wiener kedua lokasi memiliki keanekaragaman rendah. Sedangkan indeks keseragaman pada setiap lokasi sampel penelitian ini diperoleh nilai keseragaman tinggi yakni sebesar 0,65 dan 0,67. Ini bisa terjadi akibat tidak adanya fitoplankton yang mendominasi pada setiap divisi di kedua lokasi, sehingga keragaman minimal dan keseragaman yang besar di kedua lokasi.

3.4 Jenis dan Kelimpahan Zooplankton

Tabel 6 menampilkan spesies dan kelimpahan zooplankton di lokasi sampel hulu dan hilir

Tabel 6. Jenis, Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E) serta Dominan (D') Zooplankton di Aliran Sungai PT. WXYZ .

No.	JENIS ZOOPLANKTON	Lokasi Sampling	
		Upstream Air Sungai	Downstream Air Sungai
PROTOZOA			
CILIATEA			
1	<i>Favella sp.</i>	4	0
PROTOZOA			
EUGLENOPHYCEAE			
2	<i>Euglena sp.</i>	1	3
	Sel/mL	5	3
	Sel/100 mL	10	6
	Jumlah Taxa	2	1
	Indeks Diversitas H'	0.50	0.00
	Indeks Dominansi Simpson	0.68	0.36
	Indeks Kelimpahan Relatif (KR)	1.00	1.00
	Indeks Equitabilitas E	0.72	0.00

Indeks keanekaragaman zooplankton berbeda pada tiap lokasi sampling. Pada lokasi sampling 1 (upstream air sungai) didapat nilai indeks keanekaragamannya < 1,00 yakni 0,50. Sedangkan pada lokasi 2 (downstream air sungai) 0,00. Berdasarkan hasil tersebut, keanekaragaman zooplankton pada sungai sekitar PT. WXYZ termasuk dalam keanekaragaman rendah dengan kriteria pencemaran berdasarkan (H'), kondisi sungai di kawasan sekitar PT. WXYZ termasuk dalam katagori tercemar ringan. Berdasarkan tabel, terlihat bahwa pada perairan sungai sekitar PT. WXYZ hanya ditemukan spesies dari divisi Protozoa dengan klas Ciliata (Favella sp.) dan kelas Euglenophyceae (Euglena sp.). Keanekaragaman memuat dua komponen utama: jumlah spesies yang ada dalam sebuah komunitas dan kelimpahan setiap spesies tersebut. Seiring kecilnya jumlah spesies dan variasi jumlah setiap spesies, atau semakin besar jumlah individu dari beberapa spesies, semakin kurang beragam ekosistem tersebut. Di sisi lain, keanekaragaman meningkat seiring dengan jumlah spesies, keragaman jumlah setiap spesies, dan tidak adanya spesies dominan.

Perhitungan nilai indeks dominansi Simpson (D) menghasilkan data pada lokasi 1 sebesar 0,68 dalam kategori tinggi dan posisi 2 sebesar 0,36 dalam kategori sedang untuk kedua lokasi sampel riset. Nilai indeks dominansi terbesar pada titik sampling 1 ditunjukkan oleh zooplankton yaitu Favella sp. yang mendominasi. Hal ini dikarenakan pada sampel titik 1 terdapat aliran air yang masuk ke saluran air dan genangan air limbah organik dan anorganik yang melimpah. Genangan sampah berasal dari tetangga terdekat. Pada titik sampel 1, yaitu tempat pembuangan air, kolam sampah. Akibatnya, dominasi zooplankton disebabkan. Indeks dominansi berusaha untuk menilai ada atau tidaknya spesies dominan di suatu badan air. Nilai indeks dominansi zooplankton pada posisi 1 berkisar antara 0,6 dan 1,00. Ini karena ada spesies yang dominan.

Hasil kelimpahan relatif zooplankton pada masing-masing lokasi sampling menunjukkan kelimpahan yang sama yakni 1%. Berdasarkan kelimpahan individu total zooplankton perairan sungai sekitar PT. WXYZ ini pada lokasi sampling 1

(upstream air sungai) berkisar 10 ind/100mL dan lokasi sampling 2 (downstream air sungai) berkisar 6 ind/100mL. Air Sungai Hulu diyakini memiliki konsentrasi zooplankton tertinggi karena kondisi lingkungan (fisika dan kimia air) yang mengatur kelangsungan hidup dan pertumbuhan zooplankton optimal pada saat ini.

Nilai indeks keseragaman zooplankton terendah ada pada lokasi sampel 1 yakni 0,072, sementara nilai tertinggi ada pada lokasi pengambilan sampel 2 yaitu 0,00. Nilai keseragaman tersebut di atas menandakan bahwa keseragaman populasi di lokasi 1 menunjukkan bahwa keseragaman antar spesies sangat baik. Ini mengindikasikan bahwa kelimpahan individu pada setiap spesies adalah sama. Karena jumlah genera yang sama, ada kecenderungan satu genus mendominasi pada setiap posisi sampel di perairan sungai sekitar PT. WXYZ, yang berkontribusi pada tingkat homogenitas yang tinggi di semua lokasi pengambilan sampel. Menurut Au doris et al (1989), sebagaimana dikutip dalam Nugroho (2006), ketika indeks keseragaman (E) mendekati nol, keseragaman antar genera buruk. Ini mengindikasikan bahwa kekayaan individu setiap spesies bervariasi.

Keanekaragaman fitoplankton yang meningkat menandakan bahwa ekosistem perairan di lokasi riset masih cukup stabil, karena jumlah spesies fitoplankton sebagai produsen primer lebih banyak daripada jumlah spesies zooplankton sebagai konsumen langsung fitoplankton primer. Kehadiran zooplankton di badan air mengontrol produksi utama fitoplankton di badan air tersebut. Keberadaan dan kuantitas zooplankton berkorelasi dengan perubahan lingkungan dan ketersediaan makanan. Spesies ini hanya bisa bertahan dan tumbuh dalam kondisi air yang memadai, seperti yang ditemukan di laut, sungai, dan danau. Jika keadaan lingkungan kondusif untuk pertumbuhan dan perkembangan zooplankton, zooplankton akan berkembang. Jika keadaan lingkungan dan ketersediaan fitoplankton tidak memenuhi kebutuhan zooplankton, maka zooplankton tidak bisa hidup dan akan mencari kondisi lingkungan yang dapat diterima (Thoha, 2004).

4. SIMPULAN

Berdasarkan riset yang telah dilakukan di Sungai PT. WXYZ, diketahui bahwa jenis dan kelimpahan benthos di daerah aliran sungai PT. WXYZ sangat stabil, memuat 1 filum Annelida kelas Clitelata dengan 1 spesies, Tubifex sp., dan 13 individu/ml. Indeks keanekaragaman (H') benthos termasuk dalam kategori komunitas rendah, namun indeks dominansi (D) benthos di tambak ini menandakan bahwa jenis benthos tertentu lebih cenderung mendominasi.

Plankton yang ditemukan di sungai PT. WXYZ ada 16 genus yang memuat 14 genus fitoplankton yaitu Istmia, Fragillaria, Navicula, Pleurosigma, Placoneis, Diatoma, Cosmarium, Chlorella, Eudorina, Pyramimonas, Oscillatoria, Arthrospira, Spirulina, Vacuolaria, dan 2 spesies zooplankton, Favella dan Euglena, membentuk 16 genus plankton. Rata-rata indeks keanekaragaman plankton di PT. Sungai WXYZ cukup rendah. Diindikasikan dengan adanya spesies benthos dan plankton yang mampu bertahan hidup di perairan serta adanya kadar kadmium yang melebihi ambang batas, maka derajat pencemaran tergolong sedang. lingkungan yang mengandung logam.

Keanekaragaman fitoplankton yang meningkat menandakan bahwa ekosistem perairan di lokasi riset masih cukup stabil, karena jumlah spesies fitoplankton sebagai produsen primer lebih banyak daripada jumlah spesies zooplankton sebagai konsumen langsung fitoplankton primer. Kehadiran zooplankton di badan air mengontrol produksi utama fitoplankton di badan air itu. Keberadaan dan kuantitas zooplankton berkorelasi dengan perubahan lingkungan dan ketersediaan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, Setyawati TR, Lovadi I. 2014. Kualitas Perairan Kanal Sungai Jawi dan Sungai Raya Dalam Kota Pontianak Ditinjau dari Struktur Komunitas Mikroalga Perifitik. *J.Protobiont.* 3(1):61–70
- Anisafitri, J., Khairuddin, dan Rasmi, D.A.C. 2020. Analisis Total Bakteri *Coliform* sebagai Indikator Pencemaran Air Pada Sungai Unus Lombok. *Jurnal Pijar MIPA Vol. 15* No 3, 266-272.
- Asriana, T.S. 2010. Struktur Komunitas Fitoplankton Di Muara Sungai Kota Mataram. Skripsi. Program S1 Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram
- Basmi, J. 2000. Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Davis, G.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton, Michigan State University Press. USA. 526 p.
- Fachrul, M. F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Fachrul, M.F., H.E. Setijati, dan W. Monika. 2008. Komposisi dan Model Kemelimpahan Fitoplankton di Perairan Sungai Ciliwung Jakarta. *Jurnal Biodiversitas.* Vol. 9(4), 29- 300.
- Kayanti, A. D. 2012. Komposisi Jenis Fitoplankton Di Perairan Pelabuhan Poto Tano Sumbawa Barat. Skripsi. Program S1 Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.
- Kesuma, A.J., Alimiah, U.S., Maretta, G. 2022. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Langsep Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sungai Langsep Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah.
- Krebs, C.J. 1989. Experimental Analysis of Distribution and Abundanc. Third Edition. New York.
- Michael, G. 1984. Environmental Science. Broklyn College. Allyn and Bacon Inc. Boston
- Michael, P . 1994. Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium. UI press, Jakarta.
- Nielsen SE. 1975. Marine Photosynthesis with Special Emphasis on the Ecological Asp.ect. Elsevier sci. Publ. Co. Amsterdam.
- Nugroho, A. 2006. Bioindikator Kualitas Air. Universitas Trisakti. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 2005. Marine Biology : An Ecological Approach 6th ed. Pearson Education, Inc.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Alih Bahasa: Samingan, T. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Prayan, Y., Suharto, B., Rahadi J. B. 2014. Analisa Kualitas Perairan Sungai Klintar Nganjuk Berdasarkan Parameter Biologi (Plankton). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* Vo. 1 no. 3.
- Radiarta, I.N. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton Dengan Kualitas Perairan Di Selat Alas Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Bumi Lestari.* Vol. 13 (2), 234-243.
- Raymont JEG. 1984. Plankton dan Produktivitas Bahari. Alih bahasa oleh Koesobiono. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 100-275 hlm.
- Safitri, L, F., Widyorini, N., dan Jati, O, E. 2018 . Analisis Kelimpahan Total Bakteri *Coliform* di Perairan Muara Sungai Sayung, Morosari, Demak. *Saintek Perikanan.* 14(1): 30- 35.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Penerbit. Rineka Cipta. Jakarta. 274 halaman.
- Smith, G.M. 1950. The Freshwater Algae of the United States. Mc Graw-Hill Book Company, INC, New York.Torornto. London.
- Winahyu DA, Yulistia A, Elly L, Rustiati, Jani M, Andi S. 2013. Studi Pendahuluan Mengenai Keanekaragaman Mikroalga di Pusat Konservasi Gajah, Taman Nasional Way Kambas. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung,* p.93–98.
- Yamaji, C.S. 1979. Illustration of The Marine Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd Japan. 572 p.
- Yuliana. 2014. Keterkaitan Antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Jailolo Halmahera Barat. *Maspari J., vol. 6,* no. 1, pp. 25–31, 2014.