



Komposisi Dan Struktur Fitoplankton Di Perairan Sungai Pada Kawasan Perkebunan Kelapa Sawit Pt. Bintara Tani Nusantara, Pasaman Barat, Sumatera Barat

Composition And Structure of Phytoplankton in River Waters in The Palm Oil Plantation Area of Pt. Bintara Tani Nusantara, West Pasaman, West Sumatra

Ranny Syafitri & Jabang Nurdin *)

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2023-11-14
Revised : 2024-01-23
Accepted : 2024-03-28
Published : 2024-04-22

KEYWORDS

phytoplankton, oil palm, water

*CORRESPONDENCE

email:
jabang_nurdin@yahoo.com

ABSTRACT

The rapid development of oil palm plantations and factories can potentially cause various environmental problems, one of which is liquid palm oil waste, which is discharged into river waters. The discharge of liquid palm oil waste will cause disruption to aquatic biota, one of which is phytoplankton in that location. This research was carried out from April to September 2023 in river waters in the Palm Oil Plantation Area PT. Bintara Tani Nusantara (BTN), West Pasaman, West Sumatera. The aim of the research is to determine the composition and structure of phytoplankton. This research uses a survey method and purposive random sampling. The results, 95 species, 30 families, and 10 classes of phytoplankton were obtained. The total density of phytoplankton ranged from 2.08 to 18.83 ind./l. The phytoplankton diversity index is in the medium to high category, with the equitability index being fairly even to almost even and no species dominating. Physicochemical factors are still suitable for phytoplankton growth.

PENDAHULUAN

Sungai adalah perairan lotik (mengalir) yang merupakan ekosistem yang tersusun atas komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi dan saling memengaruhi satu sama lain (Suwondo *et. al.*, 2006). Ekosistem sungai dipengaruhi oleh berbagai aktivitas yaitu baik aktivitas alam maupun aktivitas manusia yang ada di sekitar daerah aliran sungai. Sungai yang dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat pembuangan sisa dari berbagai aktivitas manusia yang menyebabkan menurunnya kualitas air sungai tersebut. Kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu (Akbar, 2012).

Baik buruknya kualitas air sangat memengaruhi diveritas dan struktur komunitas organisme didalamnya. Salah satu organisme yang dapat mengindikasikan kualitas suatu perairan adalah plankton. Keberadaan plankton di suatu perairan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan tersebut maupun sebagai indikator pencemaran pada suatu perairan

(Gao dan Song, 2005). Beberapa organisme plankton bersifat toleran dan mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas air (Evita *et al.*, 2021), salah satunya yaitu fitoplankton. Fitoplankton hidup melayang di permukaan perairan dan keberadaannya dapat digunakan untuk menentukan kualitas perairan (Hasibuan dan Harahap, 2020). Selain itu fitoplankton merupakan organisme yang sensitif terhadap perubahan lingkungan.

Salah satu perubahan lingkungan adalah tercemarnya suatu perairan. Tercemarnya suatu perairan dapat terjadi salah satunya karena adanya aktivitas perkebunan dan pabrik kelapa sawit oleh beberapa perusahaan berskala besar di sekitar perairan tersebut. Untuk menunjang produksi kelapa sawit yang maksimal, maka perlu dilakukan pemupukan secara berkala. Penggunaan pupuk pada perkebunan kelapa sawit dapat menurunkan kualitas air pada tanah dan sungai (Pasaribu *et al.*, 2012). Menggunakan pupuk dan pestisida dalam jumlah yang berlebihan juga dapat memengaruhi keanekaragaman hayati yang berada disekitar perkebunan.

Perkembangan perkebunan dan pabrik kelapa sawit yang begitu pesat dapat berpotensi menimbulkan berbagai masalah, terutama masalah limbah cair pabrik kelapa sawit yang dibuang ke lingkungan perairan. Limbah kelapa sawit adalah suatu buangan yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit yang berbentuk cair, padat, dan gas yang berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan sekitar (Ahmad *et al.*, 2011). Limbah cair kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan pencemar lingkungan karena memiliki kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan padatan tersuspensi yang tinggi sehingga dapat menurunkan kesuburan suatu perairan (Chan *et al.*, 2013). Padatan tersuspensi yang berasal dari limbah cair kelapa sawit dapat mengurangi penetrasi cahaya ke perairan sehingga mengurangi kemampuan fitoplankton untuk menghasilkan makanan dan oksigen bagi organisme perairan lainnya.

PT. Bintara Tani Nusantara (PT. BTN) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang terletak di Pasaman Barat. Di dalam perkebunan terdapat pabrik pengolahan kelapa sawit menjadi CPO. Operasional pasokan air pabrik tersebut berasal dari dua sungai yaitu Sungai Laping dan Sungai Air Runding. Kedua sungai tersebut mengalir di sekitar kawasan perkebunan dan pabrik kelapa sawit PT. BTN. Kondisi ini menjadikan kondisi Sungai Laping dan Sungai Air Runding sangat terpengaruh oleh operasional pabrik dan pengelolaan perkebunan. Dengan adanya perkebunan dan buangan limbah cair hasil pengolahan sawit yang dilakukan oleh pabrik kelapa sawit diduga akan menyebabkan gangguan terhadap komunitas fitoplankton yang ada di lokasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan struktur fitoplankton di perairan sungai pada kawasan perkebunan kelapa sawit PT. BTN, Pasaman Barat, Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga September 2023 di sungai pada kawasan perkebunan kelapa sawit PT. BTN, Pasaman

Barat, Sumatera Barat. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan pada lima stasiun penelitian dengan ulangan sebanyak tiga ulangan dan metode yang digunakan adalah *Purposive Random Sampling*. Identifikasi sampel dan analisis data fitoplankton dilakukan di Laboratorium Riset Ekologi Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas.

Fitoplankton yang didapatkan pada saat penelitian dianalisis komposisi dan struktur komunitasnya. Komposisi dilakukan analisis kepadatan fitoplankton, Struktur komunitas dilakukan analisis indeks keanekaragaman, indeks equitabilitas, indeks dominansi.

1. Kepadatan Fitoplankton (K)

$$K = \frac{a \times c}{l}$$

Keterangan:

a = Jumlah rata individu spesies fitoplankton dalam 1 ml

c = Volume konsentrat sampel

l = Volume air yang tersaring (100 liter)
(Michael, 1984)

2. Indeks Keanekaragaman (H')

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

(Michael, 1984)

Keterangan:

H' = Indeks diveristas *Shannon-Wiener*

ln = Logaritma natural

p_i = n_i/N

n_i = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah total individu

3. Indeks Equitabilitas (E)

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

(Dodds and Whiles, 2010)

Keterangan:

E = Indeks Equitabilitas

H' = Indeks diveristas *Shanno-Wiener*

H_{maks} = ln S

S = Jumlah spesies

Berdasarkan E berkisar antara 0-1. Menurut Pielou (1997) digolongkan menjadi:

0,00 – 0,25 : Tidak merata
 0,26 – 0,50 : Kurang merata
 0,51 – 0,75 : Cukup merata
 0,76 – 0,95 : Hampir merata
 0,96 – 1,00 : Merata

4. Indeks Dominansi (C)

$$C = \sum_{i=1}^s [ni/N]^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi

Ni = Jumlah seluruh individu spesies ke-i

N = Jumlah seluruh individu dari seluruh spesies

S = Jumlah spesies

HASIL DAN PEMBAHASAN

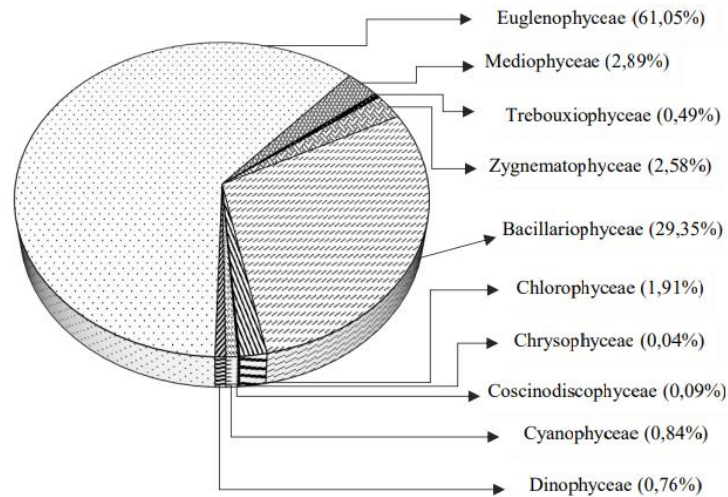
Penelitian yang telah dilakukan di perairan sungai pada Kawasan PT. BTN Pasaman Barat, Sumatera Barat ditemukan 95 spesies fitoplankton. Spesies yang ditemukan tergolong dalam 30 famili dan 10 kelas fitoplankton yang masing-masing kelasnya memiliki persentase individu yang berbeda-beda (Tabel 1).

Tabel 1. Kelas dan Spesies Fitoplankton yang di temukan di Perairan Sungai pada Kawasan PT. BTN

Kelas	Spesies		
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes linearis</i>	<i>Frustulia rhomboides</i>	<i>Frustulia vulgaris</i>
	<i>Nitzschia amphibia</i>	<i>Nitzschia clausii</i>	<i>Nitzschia palea</i>
	<i>Nitzschia scalaris</i>	<i>Nitzschia sigma</i>	<i>Cymbella naviculiformis</i>
	<i>Cymbella tumida</i>	<i>Cymbella turgida</i>	<i>Cymbella ventricosa</i>
	<i>Eunotia arcus</i>	<i>Eunotia lunaris</i>	<i>Fragilaria capucina</i>
	<i>Fragilaria construens</i>	<i>Synedra acus</i>	<i>Synedra ulna</i>
	<i>Gomphonema acuminatum</i>	<i>Gomphonema gracile</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i>
	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Navicula anglica</i>	<i>Navicula bacillum</i>
	<i>Navicula capitatoradiata</i>	<i>Navicula cuspidata</i>	<i>Navicula cryptocephala</i>
	<i>Navicula lanceolata</i>	<i>Navicula radiosa</i>	<i>Navicula viridula</i>
	<i>Pinnularia appendiculata</i>	<i>Pinnularia braunii</i>	<i>Pinnularia gibba</i>
	<i>Pinnularia interrupta</i>	<i>Pinnularia major</i>	<i>Pinnularia platystoma</i>
	<i>Pinnularia tabellaria</i>	<i>Pinnularia viridis</i>	<i>Rhopalodia gibberula</i>
	<i>Surirella biseriata</i>	<i>Surirella elegans</i>	<i>Surirella linearis</i>
<i>Surirella robusta</i>	<i>Surirella tenera</i>		
Chlorophyceae	<i>Oedogonium borisianum</i>	<i>Scenedesmus longispina</i>	<i>Pandorina morum</i>
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i> sp.		
Coscinodiscophyceae	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	<i>Melosira granulata</i>	
Cyanophyceae	<i>Chroococcus dispersus</i>	<i>Merismopedia elegans</i>	<i>Merismopedia glauca</i>
	<i>Anabaena cerrucosa</i>	<i>Lyngbya aestuarii</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>
	<i>Spirulina nordstedtii</i>	<i>Spirulina subsalsa</i>	
Dinophyceae	<i>Peridinium bipes</i>	<i>Peridinium cinctum</i>	
Euglenophyceae	<i>Euglena acus</i>	<i>Euglena formisproxima</i>	<i>Euglena geniculata</i>
	<i>Euglena gracilis</i>	<i>Euglena hemichromata</i>	<i>Euglena oxyuris</i>
	<i>Euglena sanguinea</i>	<i>Euglena splendens</i>	<i>Euglenaria clepsydroides</i>
	<i>Trachelomonas armata</i>	<i>Trachelomonas caudata</i>	<i>Trachelomonas dubia</i>
	<i>Trachelomonas hispida</i>	<i>Trachelomonas obloga</i>	<i>Lepocinlis acuta</i>
	<i>Lepocinlis fusiformis</i>	<i>Lepocinlis ovum</i>	<i>Phacus curvicauda</i>
	<i>Phacus gigas</i>	<i>Phacus longicauda</i>	<i>Phacus orbicularis</i>
	<i>Phacus undulatus</i>		
Mediophyceae	<i>Cyclotella comta</i>	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>	
Trebouxiophyceae	<i>Chodatella subsalsa</i>	<i>Oocystis parva</i>	
Zignematophyceae	<i>Closterium diana</i>	<i>Cosmarium botrytis</i>	<i>Cosmarium pachydermum</i>
	<i>Cosmarium quadrum</i>	<i>Staurastrum digibbum</i>	<i>Staurastrum gracile</i>
	<i>Staurastrum muticum</i>	<i>Staurastrum sebaldi</i>	<i>Netrium oblongum</i>

Persentase tertinggi terdapat pada kelas Euglenophyceae yaitu 61,05% (Gambar 1). Keberadaan Euglenophyceae pada perairan dapat disebabkan karena *Euglena* dapat hidup di suhu air yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lukman dan Aziz (2017), yang menyatakan bahwa *Euglena* dapat berkembang dengan baik di lingkungan yang tercemar limbah organik serta suhu air yang

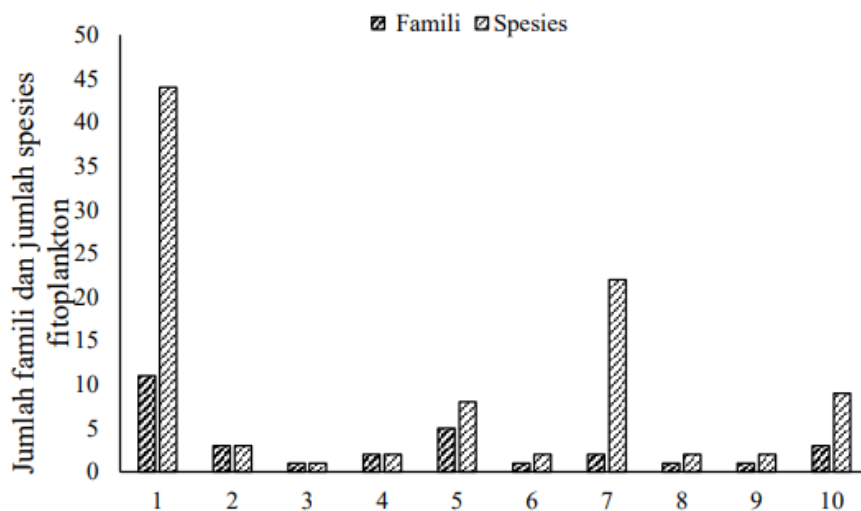
tinggi. Kelas Chrysophyceae merupakan kelas yang paling sedikit ditemukan yaitu sebanyak 0,04%. Hal ini dikaitkan dengan suhu, dimana suhu pada penelitian berkisar antara 26,4 – 31,7°C (Tabel 1). Vuuren et al., (2006) menyatakan bahwa Chrysophyceae dapat hidup pada pH netral, konduktivitas, dan alkalinitas yang tinggi, serta suhu yang rendah sekitar 13°C.



Gambar 1. Persentase individu masing-masing kelas fitoplankton di Perairan Sungai pada Kawasan PT. BTN

Komposisi famili dan spesies tertinggi yang ditemukan pada perairan Sungai pada Kawasan PT. BTN berasal dari kelas Bacillariophyceae. Fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae merupakan jumlah spesies terbanyak yang ditemukan yaitu sebanyak 44 spesies (Gambar 2). Kelas Bacillariophyceae

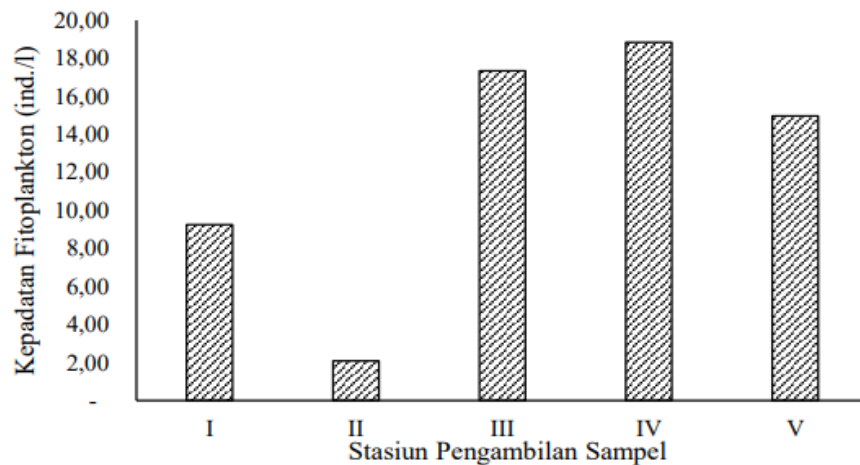
merupakan kelas fitoplankton yang memiliki jumlah spesies paling banyak diantara kelas lainnya. hal ini dikarenakan kelas Bacillariophyceae memiliki kemampuan yang baik untuk beradaptasi dengan lingkungan sekitar (Nalang *et al.*, 2015).



Gambar 2. Komposisi famili dan spesies fitoplankton di Perairan Sungai pada Kawasan PT. BTN. Pada gambar sumbu X mewakili: 1) Bacillariophyceae, 2) Chlorophyceae, 3) Chrysophyceae, 4) Coscinodiscophyceae, 5) Cyanophyceae, 6) Dinophyceae, 7) Euglenophyceae, 8) Mediophyceae, 9) Trebouxioophyceae, dan 10) Zygnematophyceae.

Kepadatan fitoplankton di perairan sungai pada Kawasan PT. BTN berkisar antara 2,08 – 18,83 ind./l dengan kepadatan tertinggi terdapat pada stasiun IV (18,83 ind./l) (Gambar 3), hal ini karena stasiun IV merupakan outlet pabrik dan diduga perairannya sudah dialiri oleh hasil limbah pabrik kelapa sawit sehingga menyebabkan kadar nutrisi seperti nitrat dan fosfat (Tabel. 2) yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dari fitoplankton. Menurut Nurdin dan Anwar (2002), bahwa kadar nitrat terendah untuk kehidupan fitoplankton yaitu 0,3-0,9 mg/l dan optimal yaitu

0,90-3,50 mg/l sedangkan kadar fosfat yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 0,09-1,80 mg/l. Penelitian yang dilakukan oleh Syafrinawati (2019), di Sungai Masang Kecil yang menerima aliran limbah cair pabrik kelapa sawit, dan penelitian yang dilakukan oleh Muliari dan Ilham (2016), di Sungai Krueg Mane yang juga menerima dampak limbah cair kelapa sawit, sama-sama didapatkan hasil bahwa kepadatan tertinggi juga ditemukan pada badan perairan yang diduga menerima limbah dari pabrik kelapa sawit.



Gambar 3. Kepadatan fitoplankton (ind./l) di Perairan Sungai pada Kawasan PT. BTN. Sumbu X mewakili I) Hulu sungai Laping, II) Hulu sungai Sir Runding, III) Sekitar pertemuan sungai Laping dan sungai Air Runding, IV) Outlet Pabrik, dan V) Hilir sungai Laping

Kepadatan terendah ditemukan pada stasiun II (2,08 ind./l), hal ini dikarenakan tingkat kecerahan pada stasiun II yang rendah dan menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis yang berguna bagi organisme seperti fitoplankton. Pada penelitian yang dilakukan oleh Muliari dan Ilham (2016), di Sungai Krueg Mane yang

menerima dampak limbah cair kelapa sawit, didapatkan kepadatan fitoplankton yang rendah yaitu berkisar 15,01 – 25,64 ind./l yang mana hal ini dikarenakan tingkat kecerahan di Sungai Krueg Mane yang rendah dan menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis yang berguna bagi organisme seperti fitoplankton.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Faktor Fisika-Kimia Air di Perairan Sungai BTN

Parameter	Satuan	Stasiun					Baku Mutu
		I	II	III	IV	V	
Suhu Air	°C	26,7	26,4	31,7	29	28,4	
pH		7,1	8,3	6,1	6,0	6,3	6-9**
DO	ppm	5,50	0,80	4,42	2,41	2,81	4**
CO ₂	ppm	1,46	2,78	0,61	1,17	0,88	
TSS	mg/l	8	22	66	54	18	50**
Nitrat	mg/l	0,582	0,985	1,01	1,14	1,29	10**

Nitrit	mg/l	0,008	0,005	0,010	0,014	0,017	0,06**
Fosfat	mg/l	<0,0066	<0,0066	<0,0066	0,008	0,024	0,2**
Amoniak	mg/l	0,055	0,031	0,078	0,092	0,103	0,2**
Minyak	mg/l	<0,345	<0,345	<0,345	<0,345	<0,345	1**

Keterangan: Standar Baku Mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk baku mutu air Sungai dan sejenisnya (** = kelas 2) tetang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Secara keseluruhan indeks keanekaragaman yang terdapat di PT. BTN adalah 3,52 (Tabel 2) dan termasuk dalam kategori tinggi. Hasil yang didapatkan sesuai dengan pembagian kategori indeks diversitas (H') menurut Strin (1991) dalam Pirzan dan Pong-Masak (2008), yang menyatakan bahwa indeks diversitas (H') dibagi menjadi tiga kategori yakni kategori rendah ($H' < 1$), kategori sedang ($1 \leq H' \leq 3$), dan kategori tinggi ($H' > 3$). Indeks diversitas fitoplankton di perairan sungai

pada Kawasan PT. BTN masing-masing stasiun berbeda, dimana indeks diversitas tertinggi terdapat pada stasiun I yaitu 3,43 yang ditunjukkan dengan spesies yang ditemukan paling banyak dengan penyebaran spesies yang hampir merata ($E = 0,88$) (Tabel 3). Suatu komunitas dikatakan mempunyai diversitas yang tinggi apabila terdapat jumlah spesies yang banyak dengan meratanya individu masing-masing spesies (Barus, 2004).

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Equitabilitas (E), Indeks Dominansi(C)

Indeks	Stasiun					PT. BTN
	I	II	III	IV	V	
Keanekaragaman (H')	3,43	2,55	3,20	2,88	2,83	3,52
Equitabilitas (E)	0,88	0,82	0,76	0,73	0,70	0,77
Dominansi (C)	0,05	0,12	0,07	0,09	0,14	0,06

Indeks equitabilitas fitoplankton yang didapatkan di perairan sungai pada Kawasan PT. BTN, Pasaman Barat, Sumatera Barat adalah 0,77 (Tabel 2) yang berkisar antara 0,70-0,88. Hal ini menunjukkan bahwa indeks equitabilitas di perairan sungai pada Kawasan PT. BTN masuk kedalam indeks kategori cukup merata hingga hampir merata, hal ini dikarenakan faktor fisika dan kimia air yang diukur masih dalam kisaran toleransi organisme akuatik pada umumnya dan sesuai untuk pertumbuhan fitoplankton. Indeks dominansi (C) fitoplankton di perairan sungai pada Kawasan PT. BTN adalah 0,06 (Tabel 2) yang berkisar antara antara 0,05-0,14. Indeks dominansi pada perairan ini hampir mendekati 0 sehingga hal ini menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi. Apabila indeks dominansi mendekati 1 menunjukkan bahwa ada spesies yang dominan pada suatu lokasi (Basmi, 1999).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di perairan Sungai pada kawasan PT. BTN maka dapat disimpulkan bahwa komunitas fitoplankton yang ditemukan di perairan Sungai pada Kawasan PT. Bintara Tani Nusantara yaitu sebanyak 95 spesies, 30 famili dan 10 kelas dengan kepadatan total berkisar 2,08-18,83 ind./l. Indeks diversitas fitoplankton termasuk kategori sedang hingga tinggi dengan indeks equitabilitas tergolong cukup merata hingga hampir merata dan tidak ada spesies yang mendominasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Bahruddin., dan R. Aulia. 2011. *Penyisihan Kandungan Padatan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit*. Universitas Riau. Riau.

- Akbar, T. 2012. *Ekotoksikologi dalam Perspektif Kesehatan Ekosistem Laut*. PT. Agromedia Pustaka. Bandung.
- Barus, T.A. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. USU Press. Medan.
- Basmi, J. 1999. *Planktonologi*. Bioekologi plankton algae. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Chan, YJ, C. Mei-Fong., dan L. Chung-Lim. 2013. Optimization of palm oil mill effluent treatment in an integrated anaerobic-aerobic bioreactor. *Sustainable Environment Research*. 23 (3): 153-170.
- Dodds, W., and M. Whiles. 2010. *Freshwater Ecology, Concept and Environmental Applications of Limnology 2nd Edition*. Elsevier. California.
- Evita, I. N. M., R. Hariyati., dan J. W. Hidayat. 2021. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Air di Perairan Pantai Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 23 (1): 25-32.
- Gao, X., dan Song J. 2005. Phytoplankton distribution and their relationship with the environment in the Changjiang Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*. (50): 327-33.
- Hasibuan, K. M., dan A. Harahap. 2020. Analysis of the Quality of the River Kundur in the Review of the Physical-Chemical. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI - Journal) Humanities and Social Sciences*. 4 (1): 1021-1026.
- Lukman., Aziz. 2017. *Inventarisasi Mikroalga di Sungai Mesat Kecamatan Lubuklinggau Timur II Kota Lubuklinggau*. Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA STKIP-PGRI Lubuklinggau.
- Michael, P. 1984. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium UI*. Press. Jakarta.
- Muliari., dan I. Zulfahmi. 2016. Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Komunitas Fitoplankton di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 137-146.
- Nalang, A., H. Simbala., N. S. Ai., dan R. Siahaan. 2015. Struktur dan Komposisi Fitoplankton di Bagian Hulu Sungai Saluesem, Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*. 13 (2): 1-16.
- Nurdin, S dan S. Anwar. 2002. Hubungan Plankton dengan Kualitas Air Di "Oxbow Lake" Teluk Kenidai, Sungai Kampar Kanan. *Terubuk XVII* (51): 29-42
- Pielou, M. 1997. *Mathematical Ecology*. Wiley. New York.
- Pirzan, A. M. dan P. R. Pong-Masak. 2008. Hubungan Keragaman Fitoplankton dengan Kualitas Air di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Biodiversitas*. 3. (9): 217-221.
- Suwondo., E Febriata., dan F. Sumani. 2006. Struktur Komunitas Gastropoda Pada Hutan Mangrove Di Pulau Sipora Kabupaten Kepulauan Mentawai Sumatera Barat. *Biogenesis*. Sumatra Barat: UIN Alauddin. 2. (1):15.
- Syafrinawati, R. 2019. Komposisi dan Struktur Komunitas Fitoplankton di Sungai Masang Kecil yang Menerima Aliran Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit di Kinali, Pasaman Barat. *Skripsi*. Universitas Andalas.
- Vuuren, S. J. V., Jonathan. T, Carin. V. G., dan Annelise. G. 2006. *Easy Identification of The Most Common Freshwater Algae*. North-West University noorowes-universitet. South African.
- Wardiatno, Y., I. Anggraeni, R. Ubadillah dan I. Maryanto. 2003. Provil dan Permasalahan Perairan Tergenang (Situ, Rawa dan Danau). Dalam: R. Ubadillah dan I. Maryanto (Eds). *Manajemen Bioregional Jabodetabek: Profil dan Strategi Pengelolaan Situ, Rawa dan Danau*. Puslit Biologi-LIPI.