

Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)
7(2) – September 2019: 100-108 (ISSN : 2303-2162)

Komunitas Alga Perifiton di Sungai Masang Kecil yang Menerima Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit di Kecamatan Kinali Kabupaten Pasaman Barat

The Perifiton Alga Community in Masang Kecil River Receives Liquid Palm Oil Mill Waste in Kinali District, West Pasaman Regency

Vivi Safitri*) Izmiarti dan Jabang Nurdin

Laboratorium Ekologi Hewan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, Padang.

* Koresponden: vivisafitri254@gmail.com

Abstract

The study of the periphyton algae community in Masang Kecil River that received palm oil mill effluent in Kinali District, West Pasaman Regency was held from November 2017 to September 2018. This study aims to determine the composition and structure of periphyton communities in the Masang Kecil River in Kinali, West Pasaman. This study used purposive sampling method with a sampling location of 4 stations. Based on this study, 88 species of periphyton were classified as 3 classes i.e Bacillariophyceae (64 species), Chlorophyceae (15 species) and Cyanophyceae (9 species). The average density is 8.967 ind/ cm². The highest relative density (KR) at stations 1,2 and 3 is *Navicula lanceolata* and station 4 is *Fragilaria capucina*. Species that are always found at each station (FK= 100%) are *Fragilaria capucina*, *Navicula lanceolata* and *Synedra ulna*. The diversity index in the Masang Kecil River is classified as medium ($H' = 2.87$). Equitability index is evenly distributed ($E= 0.64$). Dominance index ($C= 0.12$) there is no dominant species. The similarity index is almost the same except between stations 1 and 3.

Keywords : masang kecil river, oil palm, periphyton

Pendahuluan

Daerah sekitar sungai sering dimanfaatkan untuk daerah perladangan, pertanian, dan pemukiman penduduk serta untuk daerah industri. Akibat tingginya pemanfaatan sungai dapat menyebabkan terjadinya perubahan terhadap kondisi sungai baik dari segi fisik maupun kualitas air. Hal ini secara langsung atau tidak akan berpengaruh terhadap komunitas biota akuatik yang hidup didalamnya (Afrizal, 1993).

Salah satu komunitas dari biota akuatik yang hidup didalam sungai adalah alga perifiton. Alga perifiton adalah organisme air yang hidup menempel pada substrat di dalam air seperti tumbuh-tumbuhan, kayu, batu dan lain sebagainya (Michael, 1984). Menurut Ismail dan Mohammad (1995), istilah dari alga perifiton pada dasarnya merujuk pada mikroflora yaitu alga dan bakteri yang hidup menempel di permukaan substrat yang terendam dalam perairan.

Alga perifiton memiliki peran penting di dalam perairan yakni sebagai produsen primer. Lebih kurang 69% dari produktivitas primer total di dalam perairan dihasilkan oleh alga perifiton (Nofdianto,1994). Disamping itu alga perifiton juga berperan sebagai sumber nutrisi atau makanan bagi organisme perairan, sebagai salah satu unsur dalam pemulihan lingkungan dan dapat juga sebagai indikator kondisi lingkungan (Squires dan Saoud,1986).

Salah satu penyebab dari perubahan kondisi lingkungan sungai adalah akibat dari ulah manusia seperti membuang limbah pabrik ke dalam perairan yang akan berakibat kepada organisme yang hidup di perairan tersebut. Sungai Masang Kecil merupakan sungai yang menerima limbah cair kelapa sawit PT.Andalas Agro Industri (AAI) di Kinali Pasaman Barat. Sungai ini tidak terlalu besar hanya memiliki lebar sekitar 7-8 m dengan kedalaman 50-70 cm dan arus yang tidak terlalu deras. Masuknya limbah cair minyak kelapa sawit dalam

sungai akan mempengaruhi fisika kimia air sungai dan pada akhirnya berpengaruh terhadap komunitas organisme yang di hidup didalam sungai tersebut, salah satunya adalah alga perifiton.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi dan struktur komunitas alga perifiton pada Sungai Masang Kecil di Kecamatan Kinali Kabupaten Pasaman Barat.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017 di Sungai Masang Kecil, Kinali Pasaman Barat yang menerima limbah cair pabrik minyak kelapa sawit. Metoda yang digunakan adalah metode survei dengan teknik pengambilan sampel purposive sampling. Sampel dikoleksi pada 4 stasiun : stasiun 1 adalah segmen sungai sebelum masuk limbah pabrik minyak kelapa sawit, stasiun 2 segmen sungai setelah masuk limbah pabrik minyak kelapa sawit, stasiun 3 segmen sungai setelah stasiun 2 setelah pertemuan Sungai Anak Aia dan stasiun 4 segmen sungai bagian hilir yang merupakan akhir dari Sungai Masang Kecil sebelum bertemu dengan Sungai Masang Besar. Pada masing-masing stasiun dikoleksi 3 sampel alga perifiton dengan metode kuadrat yang ditentukan berdasarkan pengamatan dimana batu-batu banyak ditemplei oleh alga. Selanjutnya untuk pengambilan alga perifiton, diletakkan petak kuadrat (30 x 30 cm) didasar air dan ambil semua batu-batu yang ada dikuadrat. Kemudian permukaan substrat batu dikikis dengan menggunakan sikat kawat dengan mengikis secara perlahan didalam air.

Pada setiap stasiun dilakukan pengamatan terhadap faktor fisika kimia air seperti suhu air, suhu udara, pH, kecepatan arus, kedalaman, DO, CO₂, TSS, BOD, nitrat, nitrit, amoniak, fosfat serta minyak dan lemak.

Identifikasi alga perifiton dilakukan di Laboratorium Ekologi Hewan dengan menggunakan mikroskop dan buku acuan terkait seperti Prescott (1978), Yamaji (1980) dan Bold dan Wyne (1985).

Analisis Data

1. Jenis-jenis alga perifiton yang didapatkan dari identifikasi yang telah dilakukan.
2. Kepadatan alga perifiton

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\text{Luas unit sampel}}$$

3. Kepadatan relatif alga perifiton

$$KR = \frac{\text{Kepadatan suatu spesies}}{\text{Kepadatan seluruh spesies}} \times 100\%$$

4. Frekuensi kehadiran alga perifiton

$$FK = \frac{\text{Jumlah unit sampel yang ditempati suatu spesies}}{\text{Jumlah unit seluruh sampel}} \times 100\%$$

5. Indeks keanekaragaman

Keanekaragaman alga perifiton dianalisis dengan menggunakan Indeks Diversitas Shannon –Wiener:

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

Keterangan :

H' = Indeks diversitas

Ln = Logaritma natural

P_i = Jumlah individu suatu spesies perjumlah individu seluruh spesies

S = Jumlah seluruh spesies

6. Indeks equitabilitas

Kesamarataan populasi dalam komunitas pada setiap stasiun dihitung dengan menggunakan indeks kesamarataan yaitu :

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

Keterangan :

E = Indeks Equitabilitas (E berkisar antara 0- 1)

H' = Indeks diversitas Shannon-Wiener

H_{maks} = ln s

S = jumlah spesies

7. Indeks dominansi

Untuk melihat kesamaan komunitas pada setiap stasiun, dihitung dengan menggunakan rumus indeks similaritas Sorensen, yaitu :

$$Q/S = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan :

Q/S = indeks similaritas

C = jumlah spesies yang sama pada kedua komunitas yang dibandingkan

A = Jumlah jenis pada komunitas A

B = Jumlah jenis pada komunitas B

8. Indeks similaritas

Indeks Dominansi dihitung menggunakan rumus *Simpson Index of Dominance* :

$$D = \frac{\sum ni (ni - 1)}{N (N - 1)}$$

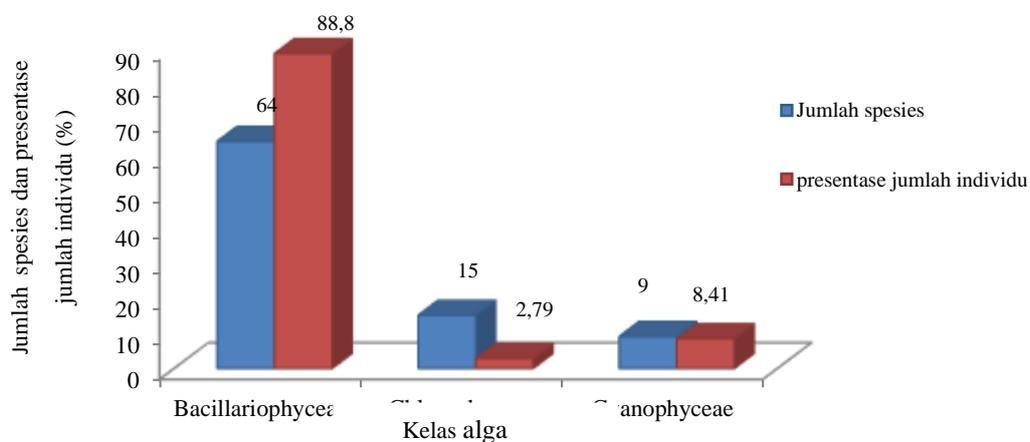
Keterangan:

- C = Indeks dominansi
 ni = Jumlah seluruh individu spesies ke-I
 N = Jumlah seluruh individu dari seluruh spesies.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi komunitas alga perifiton

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Sungai Masang Kecil, Kecamatan Kinali, Kabupaten Pasaman Barat ditemukan 88 spesies alga perifiton. Spesies yang ditemukan tersebut tergolong ke dalam 24 famili dan 3 kelas alga perifiton. Kelas alga perifiton yang didapatkan adalah Bacillariophyceae (18 famili, 64 spesies), Chlorophyceae (4 famili, 15 spesies) dan Cyanophyceae (2 famili, 9 spesies). Presentase jumlah individu yang didapatkan adalah Bacillariophyceae 88,8 %, Chlorophyceae 2,79% dan Cyanophyceae 8,41% (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi jumlah spesies dan presentase jumlah individu (%) masing masing kelas alga perifiton di Sungai Masang Kecil

Kelas Bacillariophyceae merupakan kelas alga perifiton yang memiliki jumlah spesies dan presentase jumlah individu paling banyak di Sungai Masang Kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Odum (1998), bahwa Bacillariophyceae ini memiliki kemampuan dalam beradaptasi dengan lingkungannya dan tahan terhadap kondisi ekstrim. Bacillariophyceae juga mampu melakukan reproduksi tiga kali dalam 24 jam sehingga keberadaannya di perairan sangat mudah ditemukan (Praseno dan Sugustiningsih, 2000). Kelas Chlorophyceae ditemukan 15 spesies, Chlorophyceae yang didapatkan lebih banyak jumlah spesiesnya dibandingkan dengan kelas Cyanophyceae. Menurut Bold

dan Wynne (1985), kelas Chlorophyceae adalah mikroalga utama di lingkungan perairan karena dapat hidup diberbagai habitat perairan sehingga mudah ditemukan di perairan.

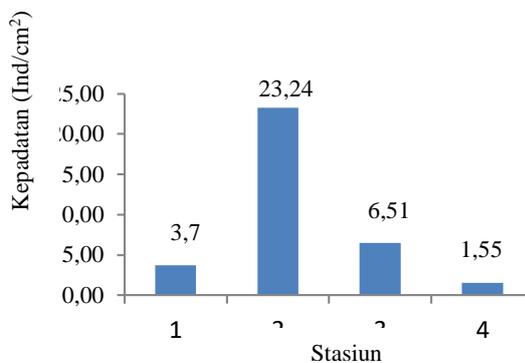
Kelas Cyanophyceae merupakan kelas alga perifiton yang memiliki spesies paling sedikit dibandingkan dengan Chlorophyceae dan Bacillariophyceae, tetapi memiliki jumlah individu yang lebih banyak dibandingkan dengan kelas Chlorophyceae. Menurut Nontji (2007), Cyanophyceae memiliki jenis-jenis yang lebih sedikit dibandingkan dengan Chlorophyceae, tetapi pada saat tertentu populasinya dapat melimpah (ledakan populasi) serta akan cepat pula

menghilangnya setelah terjadi ledakan populasi tersebut.

Berdasarkan penelitian Marzuki (2006) mengenai alga perifiton di Sungai Air Dingin (tidak menerima limbah minyak kelapa sawit) juga didapatkan berbagai kelas alga perifiton diantaranya kelas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae serta Euglenophyceae. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muliari dan Zulfahmi (2016) di Sungai Krueng Mane yang menerima dampak limbah cair kelapa sawit, ditemukan fitoplankton dari kelas yang sama yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae serta Chlorophyceae akan tetapi jumlah spesies Cyanophyceae lebih banyak dibandingkan dengan kelas Bacillariophyceae.

Kepadatan dan Kepadatan relatif perifiton

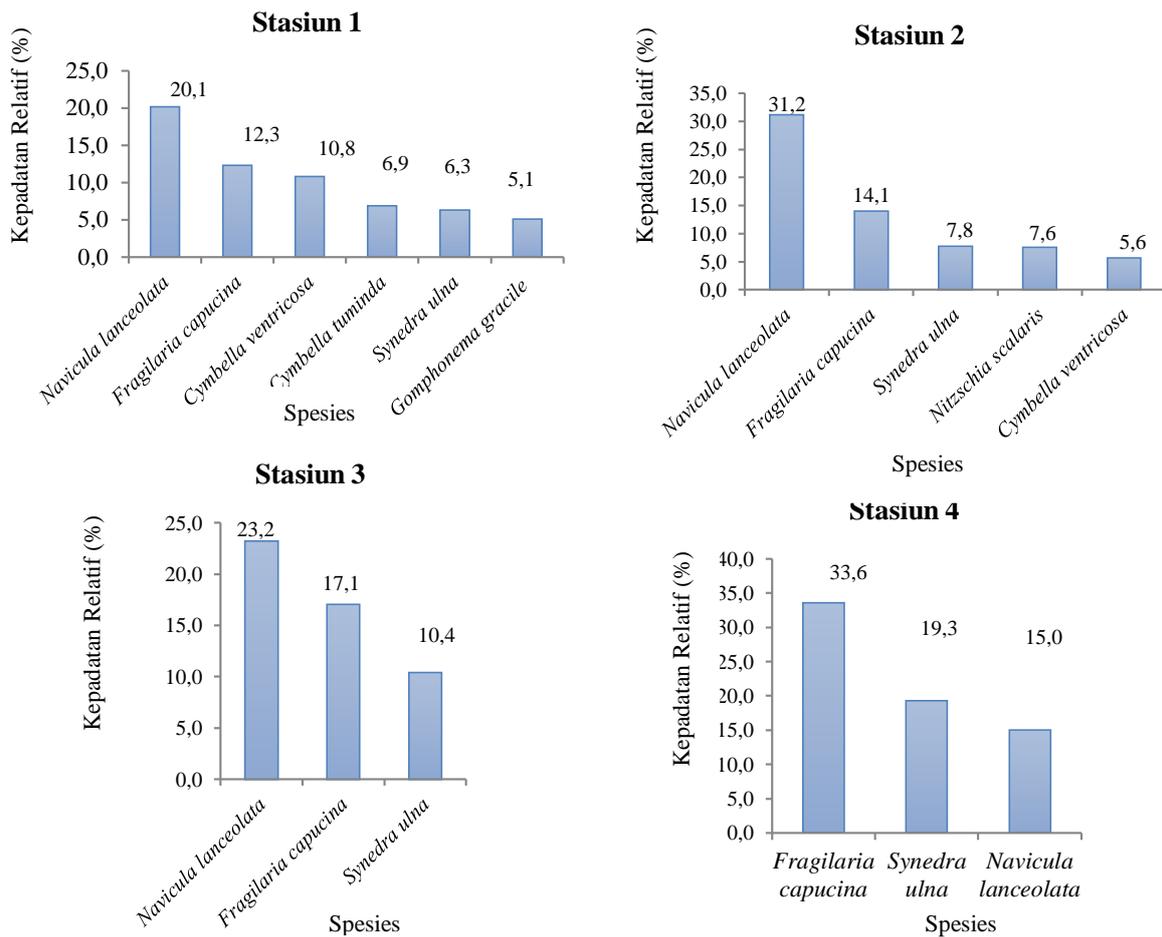
Kepadatan alga perifiton di Sungai Masang Kecil ini rata-rata 8,97 ind/cm². Nilai tersebut rendah dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Marzuki (2006) di Sungai Air Dingin yaitu rata-rata 176,57 ind/cm². Kepadatan alga perifiton di Sungai Masang Kecil yang didapatkan rendah, hal ini karena sungai ini dialiri oleh hasil limbah pabrik minyak kelapa sawit yang menyebabkan air sungai menjadi keruh dan berlumpur sehingga penetrasi cahaya yang masuk berkurang sehingga kepadatan rata-rata di sungai ini rendah.



Gambar 2. Kepadatan alga perifiton (ind/cm²) masing-masing stasiun di Sungai Masang Kecil

Kepadatan alga perifiton pada setiap stasiun di Sungai Masang Kecil bervariasi (Gambar 2) yang berkisar antara 1,55-23,24 ind/cm². Kepadatan tertinggi terdapat pada stasiun 2 (setelah masuknya limbah pabrik minyak kelapa sawit) sedangkan kepadatan paling rendah ditemukan pada stasiun 4. Kepadatan yang tinggi pada stasiun 2 karena jumlah individu *Navicula lanceolata* yang tinggi. Hal ini karena *Navicula lanceolata* memiliki toleransi yang tinggi terhadap pencemaran bahan organik (Biggs dan Kilroy, 2000). Pada penelitian Muliari dan Zulfahmi (2016) di Sungai Krueng Mane Aceh yang juga menerima limbah pabrik kelapa sawit juga didapatkan kepadatan fitoplankton yang rendah yaitu berkisar dari 15,01 – 25,64 ind/l. Hal ini karena tingkat kecerahan di Sungai Krueng Mane ini rendah yaitu hanya 63-80 cm yang menyebabkan cahaya yang masuk berkurang dan terhambatnya proses fotosintesis yang berguna bagi organisme seperti fitoplankton maupun perifiton.

Kepadatan relatif perifiton pada setiap stasiun bervariasi. Suatu jenis dikatakan dominan jika memiliki kepadatan relatif (KR) lebih dari 5% (Watanabe *et al.*, 1990 dalam Afrizal, Usman dan Astriyeni, 2001). Jenis perifiton yang tergolong dominan (kepadatan relatif >5%). (Gambar 3).



Gambar 3. Spesies perifiton dengan Kerapatan Relatif >5% di Sungai Masang Kecil

Pada Gambar 3 didapatkan bahwa kerapatan relatif yang paling mendominasi pada stasiun 1,2 dan 3 adalah *Navicula lanceolata*, sedangkan pada stasiun 4 adalah *Fragilaria capucina*. *Navicula lanceolata* merupakan jenis perifiton dari kelas Bacillariophyceae famili Naviculaceae. Menurut Prygiel dan Horne (1999) dalam Aprisanti dkk. (2013) bahwa *Navicula* sp. memiliki toleransi yang tinggi terhadap pencemaran bahan organik serta spesies ini juga dapat hidup di lingkungan dengan nutrient yang tinggi (Soeprbowati, 2011). Rendahnya *Navicula lanceolata* pada staisun 4 diduga karena pada stasiun ini telah terjadinya pemulihan atau *recovery* yang menyebabkan perairan di stasiun 4 ini lebih mendukung pertumbuhan *Fragilaria capucina* dibandingkan dengan pertumbuhan *Navicula lanceolata*. Hal ini karena pada stasiun 4 sudah mulai menunjukkan perairan yang lebih baik

dibandingkan dengan stasiun lainnya yang ditandai dengan faktor fisika kimia air yang sudah menunjukkan perubahan seperti pH, DO dan BOD. *Fragilaria capucina* merupakan jenis perifiton dari kelas Bacillariophyceae famili fragilariaceae. *Fragilaria capucina* ditemukan kepadatan relatif yang tinggi pada stasiun 4 karena *Fragilaria capucina* memiliki range toleransi terhadap pencemaran bahan organik yang luas dan dapat berperan sebagai indikator kondisi perairan (Krammer dan Bartalor,1988). Pada penelitian Hastuti (2006) kepadatan relatif alga perifiton di Sungai Batang Kuranji juga didapatkan *Fragilaria capucina* yang memiliki kepadatan relatif yang tinggi di perairan yang belum terganggu (bagian hulu) yaitu 15,31%. Hal ini karena *Fragilaria capucina* merupakan alga perifiton yang dapat hidup di perairan yang relatif bersih.

Berdasarkan dari tingkat toleransinya terhadap kadar hara Watanabe *et al.*, 1990 dalam Marzuki (2006) menyatakan bahwa Bacillariophyceae dikelompokkan atas 3 kelompok yaitu *intoleran*, *toleran* dan *indiferen*. *Fragilaria capucina* termasuk kedalam kelompok intoleran yakni jenis yang dapat berkembang dengan baik dan sering menjadi jenis yang dominan pada kondisi perairan yang relatif bersih. Sedangkan *Navicula lanceolata* termasuk pada jenis kelompok yang indiferen yakni dapat tumbuh dan berkembang pada semua tipe perairan, baik perairan yang relatif bersih atau kadar hara yang rendah maupun pada perairan yang mengandung kadar hara yang tinggi.

Frekuensi kehadiran perifiton

Penyebaran perifiton di Sungai Masang Kecil dapat diketahui dari nilai Frekuensi Kehadiran (FK) dari masing-masing spesies. Menurut Suin (2002), pengelompokan frekuensi kehadiran dibagi menjadi lima kategori yakni jarang (1-20%), kadang-kadang ada (21-40%), sering ada (41-60%), sering kali ada (61-80%) dan selalu ada (>80%).

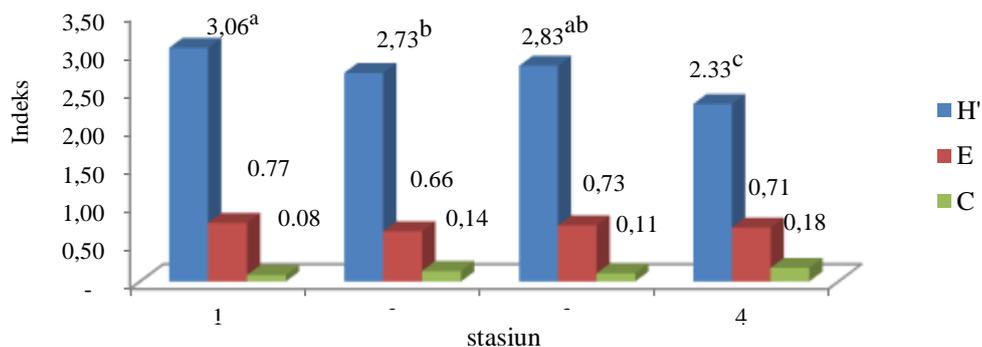
Tabel 1. Frekuensi kehadiran perifiton di Sungai Masang Kecil

Kriteria	FK(%) Sungai Masang Kecil	Jumlah Spesies	Rentang FK(%) Berdasarkan Suin (2002)
Jarang	0,08-20	39	0-20
Kadang-kadang ada	25-40	18	21-40
Sering ada	41,6-60	15	41-60
Sering kali ada	66,6-80	9	61-80
Selalu ada	83,3-100	7	81-100

Perifiton yang ditemukan di Sungai Masang Kecil termasuk pada kriteria jarang hingga selalu ada. Perifiton di perairan ini paling banyak ditemukan pada kriteria jarang sebanyak (39 spesies), sedangkan spesies yang memiliki frekuensi kehadiran (FK) 81-100% (selalu ada) ditemukan di seluruh stasiun pengamatan di Sungai Masang Kecil adalah *Cymbella tumida* (83,3%), *Cymbella ventricosa* (83,3%), *Gomphonema olivaceum* (83,3%), *Oscillatoria limnosa* (83,3%), *Fragilaria capucina* (100%), *Synedra ulna* (100%) dan *Navicula lanceolata* (100%). Kehadiran spesies yang terdapat di seluruh stasiun ini menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki distribusi yang luas. Spesies yang kosmopolit di perairan tersebut disebabkan oleh toleransi dari spesies tersebut terhadap faktor lingkungan, berbagai faktor fisika kimia air yang diukur masih tergolong baik kecuali TSS yang sudah melebihi baku mutu air kelas 1-3 (Tabel 3). Spesies yang selalu ada di setiap stasiunnya tidak dominan. Menurut Nurdin dan Anwar (2002) frekuensi kehadiran dapat menggambarkan penyebaran suatu spesies, jika frekuensinya tinggi maka spesies tersebut sering ditemukan di habitat tersebut.

Struktur komunitas alga perifiton

Struktur komunitas alga perifiton dapat dianalisis dengan indeks keanekaragaman, indeks equitabilitas, indeks dominansi dan indeks similaritas. Indeks keanekaragaman alga perifiton di Sungai Masang Kecil adalah 2,87 berkisar antara 2,33 -3,06, yang tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan yang terendah pada stasiun 4. Indeks keanekaragaman yang tinggi pada stasiun 1 disebabkan karena jumlah spesies yang banyak (55 spesies) dan populasinya merata ($E=0,77$).



Gambar 4. Indeks Keanekaragaman (H'), indeks Equitabilitas (E) dan Indeks Dominansi (C) perifiton masing-masing stasiun di Sungai Masang Kecil. Angka diikuti oleh huruf kecil yang sama pada bar indeks keanekaragaman yang menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman antar stasiun tidak berbeda nyata pada uji t 5%

Menurut Dodds (2002), keanekaragaman spesies ditentukan oleh jumlah spesies dan pemerataan jumlah individu masing-masing spesies. Indeks keanekaragaman akan tinggi jika jumlah spesies banyak dan populasi dalam komunitasnya yang merata. Pada stasiun 2 walaupun jumlah spesies lebih banyak daripada stasiun 1 namun indeks keanekaragamannya lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 1. Hal ini disebabkan karena populasi kurang merata dibandingkan dengan stasiun 1 ($E=0,66$). Menurut Soedibjo (2006), bahwa kondisi lingkungan perairan sangat berpengaruh terhadap struktur komunitas dari alga perifiton. Hasil pengukuran fisika kimia air

di stasiun 1 beberapa faktor seperti DO, TSS dan BOD menunjukkan kondisi yang lebih baik daripada stasiun 2 (Tabel 2). Diduga hal ini yang mempengaruhi kehadiran spesies dan pemerataan spesies di sungai tersebut.

Indeks dominansi (C) perifiton di Sungai Masang Kecil adalah 0,12 yang pada setiap stasiunnya berkisar antara 0,08-0,18 (Gambar 4) dan hampir mendekati nol, nilai ini menunjukkan tidak adanya spesies yang dominan di seluruh stasiun tersebut. Walaupun ada spesies yang memiliki jumlah individu yang banyak tapi tidak tergolong dominan di stasiun yang ditempatinya.

Tabel 2. Indeks similaritas % (IS) antar stasiun di Sungai Masang Kecil

Stasiun	1	2	3	4
1	-	59.32	48.48	59.26
2	-	-	77.06	61.54
3	-	-	-	77.78
4	-	-	-	-

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai indeks similaritas yang tertinggi terdapat antar stasiun 3 dan 4 yaitu 77,78 %, hal ini dikarenakan kondisi lingkungannya yang tidak jauh berbeda antara stasiun 3 dan 4, sedangkan indeks similaritas terendah terdapat pada stasiun 1

dan 3 yaitu 48,48. Nilai tersebut menunjukkan kedua komunitas ini berbeda, hal ini mungkin dikarenakan faktor fisika kimia air di stasiun 3 berbeda dengan stasiun 1 seperti BOD, nitrat, nitrit dan amoniak (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil pengukuran faktor fisika-kimia air di Sungai Masang Kecil

No.	Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
1	Suhu Udara	°C	29	28	27	28
2	Suhu Air	°C	24	30	30	26
3	pH		6	6	6	7
4	Kecepatan Arus	m/s	0.39	0.50	0.37	0.32
5	Kedalaman	cm	33.63	26.9	29.67	31.07
6	DO	ppm	7.05	5.24	5.78	6.04
7	CO ₂	ppm	0.79	0.70	0.26	0.44
8	TSS	mg/l	100	300	100	100
9	BOD	ppm	2.32	3.23	4.98	1.81
10	Nitrit (NO ₂)	mg/l	0.46	0.85	1.31	1.72
11	Nitrat (NO ₃)	mg/l	1.74	2.04	2.14	2.3
12	Amoniak (NH ₃)	mg/l	0.55	1.05	1.05	1.14
13	Fosfat (PO ₄)	mg/l	0.02	0.03	0.04	0.03
14	Minyak dan Lemak	mg/l	ttd	0.05	0.08	ttd

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Sungai Masang Kecil yang menerima limbah cair pabrik minyak kelapa sawit di Kinali, Kabupaten Pasaman Barat maka disimpulkan sebagai berikut : Komunitas alga perifiton yang ditemukan sebanyak 88 spesies dengan tiga kelas yaitu adalah Bacillariophyceae, Chlorophyceae dan Cyanophyceae. Kepadatan populasi rata-rata sebesar 8,97 ind/. Kepadatan relatif (KR) tertinggi pada stasiun 1,2 dan 3 adalah *Navicula lanceolata* dan stasiun 4 *Fragilaria capucina*. Spesies yang selalu ditemukan di setiap stasiun adalah *Fragilaria capucina*, *Synedra ulna* dan *Navicula lanceolata* (FK=100%). Struktur komunitas alga perifiton di Sungai Masang Kecil untuk Indeks keanekaragaman (H') tergolong sedang dengan penyebaran merata serta tidak ada spesies yang dominan dan memiliki komposisi yang hampir sama kecuali antar stasiun 1 dan 3.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Izmiarti, M.S, Dr. Jabang Nurdin, Dr. Indra Junaidi Zakaria, Dr. Nofrita dan Dr. Mairawita yang telah memberi banyak masukan dan saran dalam penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Afrizal, S. 1993. Diatom Alga perifiton Pada Substrat Buatan di Sungai Cimahi, Jawa Barat. Edisi Ilmu Kesehatan dan Pengetahuan. *Jurnal Penelitian Andalas V* (12) : 1-13.
- Afrizal, S., R. Usman dan E. Astriyeni. 2001. *Komposisi dan Struktur Komunitas Serta Produktivitas Primer Plankton pada Kawasan Jala Apung Danau Maninjau*. Laporan Penelitian SPP/DPP Universitas Andalas. Padang.
- Aprisanti, R., A. Mulyadi dan H. Siregar, S. 2013. Struktur Komunitas Diatom Epilitik Perairan Sungai Senapelan dan Sungai Sail, Kota

- Pekanbaru. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 7(2):241-252.
- Biggs, B. J. F. dan C. Kilroy. 2000. *Stream Periphyton Monitoring Manual*. Niwa. New Zeland.
- Bold, H.C. dan J. Wynne. 1985. *Introduction to the Algae, Second Edition*. Prentice-Hall Mc. Engelwood Cliffs New York
- Dodds, W. K. 2002. *Fresh Water Ecology. Concepts and Environmental Application*. Academic Press. San Diego.
- Hastuti. 2006. Komposisi dan Struktur Komunitas Alga Perifiton di Batang Kuranji Kota Padang. *Skripsi*. FMIPA. UNAND. Padang.
- Ismail, A. dan A. B Mohammad. 1995. *Ekologi Air Tawar*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kementerian Pendidikan Malaysia. Kuala Lumpur.
- Krammer, K. dan H. Lange-Bertalot. 1988. Bacillariophyceae.; Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Mollenhauer (Eds), *Süsswasser flora von Mitteleuropa*, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. Stuttgart, New York.
- Marzuki, J. 2006. Komposisi dan Komunitas Alga Perifiton di Sungai Air Dingin. *Skripsi*. FMIPA. UNAND. Padang.
- Michael, P. 1984. *Ecological Methods for Field and Laboratory Investigation*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Muliari dan I. Zulfahmi 2016. Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit Terhadap Komunitas Fitoplankton di Sungai Krueng Mane Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal perikanan dan kelautan* 6 (2) :137-146.
- Nofdianto. 1994. Komposisi Diatom Epilitik Pada Beberapa Kecepatan Arus di Sungai Cidikit- Banten Selatan. *Terubuk XX* (58) : 2-8.
- Nurdin, S dan S. Anwar. 2002. Hubungan Plankton dengan Kualitas Air Di "Oxbow Lake" Teluk Kenidai, Sungai Kampar Kanan. *Terubuk XVII* (51): 29-42.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Praseno, D. P. dan Sugestiningih. 2000. *Red tide di perairan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.
- Prescott, G. W. 1978. *Fresh Water Algae*. Third Edition. Wm.C. Brown Company Publisher. London.
- Presiden Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Soeprborwati, T. R. 2011. Diatom Epipelik sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Danau Rawa Pening. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Diponegoro Semarang. *Jurnal Sains dan Matematika* 4(19) : 107-118.
- Odum, E. P. 1998. *Dasar- Dasar Ekologi*. Diterjemahkan oleh Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Squires, L. E and N. D. Saoud. 1986. Effect of Water Quality and Season on Diatom Community Structure in the Damour River, Lebanon. *Hydrobiologia* (133): 127-141.
- Suin, N. M. 2002. *Metode Ekologi*. Andalas University Press. Padang.
- Yamaji, I. 1980. *Illustrations of The Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Japan.