

Struktur Komunitas Diatom Epifit pada Pelepah *Nypa Fruticans* di Sekitar Pulau Cawan Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau

Community Structure of Epiphytic Diatoms on The Midrib of *Nypa Fruticans* Around Cawan Island of Indragiri Hilir Regency of Riau Province

Nur Arifin^{1*}, Sofyan Husein Siregar², Irvina Nurrachmi².

¹Mahasiswa Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

²Dosen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

*Email: arifinik013@gmail.com, Telp: 082381530516

Abstrak

Diatom merupakan kelompok fitoplankton dengan jumlah terbesar dan sebagai produsen primer di perairan laut. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2016 bertempat di sekitar Pulau Cawan Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas diatom epifit pada pelepah *Nypa fruticans* dan menentukan kualitas perairan serta melihat hubungan kelimpahan diatom epifit dengan kualitas perairan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan penentuan Lokasi pengambilan sampel secara *purposive sampling*. Pengukuran kualitas perairan dilakukan secara *in situ* dan *ex situ* yang terdiri dari parameter biologi, fisika dan kimia perairan. Konsentrasi nitrat di perairan berkisar 0,0139-0,0639 mg/l dan konsentrasi fosfat berkisar 0,1342-0,2345 mg/l. Diatom epifit pada pelepah *Nypa fruticans* di sekitar Pulau Cawan terdiri dari 18 genus diatom, nilai rata-rata kelimpahan berkisar 7.385-23.042 individu/cm² nilai rata-rata indeks keanekaragaman berkisar 1,41-2,05. Nilai indeks dominansi berkisar 0,27-0,52 serta nilai indeks keseragaman berkisar 0,58-0,91. Sementara itu korelasi kelimpahan diatom dengan konsentrasi nitrat 0,21 (hubungan lemah) dan korelasi kelimpahan diatom dengan konsentrasi fosfat 0,11 (hubungan sangat lemah). Berdasarkan hasil perhitungan diatom epifit pada pelepah *Nypa fruticans* dapat dinyatakan kondisi perairan di sekitar Pulau Cawan dengan kondisi tercemar sedang.

Kata Kunci: Diatom epifit, *Nypa fruticans*, Pulau Cawan, Struktur Komunitas.

Abstract

Diatoms are the largest phytoplankton group and as the primary producer in marine waters. This research was conducted in September 2016 around Cawan Island of Indragiri Hilir Regency of Riau Province. The aim of this research was to determine the structure of epiphytic diatom community on the midrib of *Nypa fruticans* and to determine water quality as well as to see the relationship of epiphytic diatoms abundance with water quality. The survey method was applied in this research and sampling location determined by *purposive sampling*. Measurement of water quality was done by *in situ* and *ex situ* which consist of biology, physics and chemical parameters. Nitrate concentrations in waters ranged from 0,0139 to 0,0639 mg/l and phosphate concentrations ranged from 0,1342 to 0,2345 mg/l. The epiphytic diatoms on the midrib of *Nypa fruticans* in Cawan Island consist of 18 genera of diatoms, the average value of abundance ranged from 7.385 to 23.042 individual/cm², the mean value of diversity index ranged from 1,41 to 2,05. The dominance index value ranged from 0,27 to 0,52 and the uniformity index value ranged from 0,58 to 0,91. Meanwhile, the correlation of diatom abundance with concentration of nitrate was 0,21 (weak relationship) and correlation of diatomic abundance with phosphate concentration was 0,11 (very weak relationship). Based on the result of epiphytic diatom calculation on the midrib of *Nypa fruticans* can be concluded that the waters in Cawan Island was in medium contaminated condition.

Keywords: Community structure, epiphytic diatom, *Nypa fruticans*, Cawan Island

1. Pendahuluan

Diatom (Bacillariophyceae) merupakan kelompok fitoplankton dengan jumlah terbesar di perairan laut dan berperan penting sebagai produsen primer di perairan laut. Diatom adalah salah satu organisme yang bisa digunakan sebagai bioindikator lingkungan, hal ini berhubungan dengan sifatnya yang menempel dengan mengeluarkan *gelatin (gelatinous exsrtusion)* yang memberikan daya lekat pada benda atau substrat secara permanen. Jenis diatom yang hidup berasosiasi dengan menempel pada tanaman air disebut dengan diatom epifit.

Pulau Cawan terletak di Dusun Penyagu, Kecamatan Mandah, Kabupaten Indragiri Hilir, jarak tempuh dari Kota Tembilahan yang merupakan ibu kota Kabupaten Indragiri Hilir ±2 jam perjalanan dengan menggunakan *speed boat*. Pulau Cawan memiliki hamparan mangrove yang masih alami dengan luasan kurang lebih dua pertiga dari luasan pulau. Jenis mangrove yang dominan ditemukan salah satunya adalah jenis *Nypa fruticans*. Pada Pulau Cawan perubahan komposisi, kelimpahan dan sebaran organisme dapat terjadi, sehingga kondisi kualitas perairan di sekitar Pulau Cawan yang lokasinya berada di muara Sungai Indragiri akan menurun dan Pulau Cawan menjadi lokasi penerimaan berbagai materi dari hulu sungai.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2016 – Januari 2017 di sekitar Pulau Cawan Kecamatan Mandah Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. Sedangkan analisis struktur komunitas dan kelimpahan diatom dilakukan di Laboratorium Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

2.2 Penentuan Lokasi Sampling

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel pada sekitar Pulau Cawan Kabupaten Indragiri Hilir, kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi diatom epifit pada sampel. Lokasi pengambilan sampel diatom epifit pada pelepah *Nypa fruticans* ditentukan secara *purposive sampling*. Berdasarkan pertimbangan kondisi perairan dan distribusi *Nypa fruticans* di sekitar Pulau Cawan, maka ditetapkan pengambilan sampel dibagi atas 5 stasiun, dimana setiap stasiun terdapat 3 titik sampling digunakan sebagai ulangan. Stasiun 1 berada di daerah Teluk Pinang dipengaruhi oleh muara sungai, stasiun 2 dan 3 berada di daerah Tanjung Melayu dipengaruhi oleh aktivitas permukiman penduduk sedangkan stasiun 4 berada di Pulau Cawan merupakan daerah ekosistem mangrove dan stasiun 5 berada di Pulau Cawan yang berhadapan langsung dengan Selat Berhala.

2.3 Pengambilan Data dan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara pembuatan plot dan pengerikan pada saat surut dengan luas kerikan 5 x 5 cm pada pelepah *Nypa fruticans* yang terendam 90% oleh air laut pada saat pasang. Pengerikan dilakukan pada pelepah *nypa fruticans* pada ketinggian 10 cm dari permukaan sedimen, pengerikan di permukaan kulit tumbuhan dengan menggunakan sikat kemudian disemprotkan dengan *Aquades* dan ditampung dengan botol sampel hingga volume konsentrat menjadi 100 ml, kemudian sampel diberi label dan diawetkan dengan menggunakan lugol 4% untuk diamati di laboratorium (Siregar, 1995).

2.4 Identifikasi dan Perhitungan Kelimpahan Diatom

Diatom yang diamati diidentifikasi menggunakan buku Yamaji (1976). Untuk menghitung kelimpahan diatom digunakan rumus modifikasi *Lackey Drop Microtransecting Methods* (APHA, 1992):

$$N = \frac{30i}{Op} \times \frac{Vr}{3Vo} \times \frac{1}{A} \times \frac{n}{3p}$$

Dimana :	N	= Jumlah diatom epifit per satuan luas (individu/cm ²)
	O _i	= Luas gelas penutup (25 x 25 mm = 625 mm ²)
	O _p	= Luas satuan pandang mikroskop Olympus CX 21 perbesaran 100 x (1,306 mm ²)
	V _r	= Volume air sampel dalam botol sampel (100 ml)
	V _o	= Volume 1 tetes sampel (0,06 ml)
	A	= Luas bidang kerikan (25 cm ²)
	n	= Jumlah diatom epifit yang tercacah
	P	= Jumlah lapang pandang (12)

Untuk melihat keanekaragaman jenis diatom digunakan rumus Shannon-Winner *dalam* Odum (1998) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Dimana :

$$\log_2 = 3,3219$$

H'	= Indeks keanekaragaman jenis
P _i	= Porporasi individu dari spesies ke-i terhadap total individu Semua spesies ($p_i = n_i/N$)
N _i	= Jumlah total individu dari jenis ke-i (individu/cm ²)
N	= Total individu semua jenis (individu/cm ²)
S	= Jumlah semua individu

Dengan kriteria :

$H' < 1$ = Komunitas biota tidak seimbang atau kualitas air tercemar berat

$1 \leq H' \leq 3$ = Keseimbangan komunitas biota sedang, dan kualitas perairan tercemar sedang.

$H' > 3$ = Keseimbangan biota dalam kondisi prima dan kualitas air bersih

Untuk menghitung indeks dominansi diatom pada perairan digunakan rumus Simpson *dalam* Odum (1998) sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1,2,3}^s \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Dimana :	n _i	= Jumlah total individu dari jenis ke-i (individu/cm ²)
	N	= Total individu semua jenis (individu/cm ²)

Dengan kriteria:

D mendekati 0 (< 0,5) = Tidak ada jenis yang mendominasi

D mendekati 1 (> 0,5) = Terdapat jenis yang mendominasi

Untuk melihat keseragaman organisme dalam keadaan seimbang atau tidak, digunakan indeks keseragaman jenis. Indeks keseragaman jenis diatom dihitung menggunakan rumus Pilou *dalam* Krebs (1989) sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dimana :
 E = Indeks keseragaman jenis
 H' = Indeks keanekaragaman jenis
 S = Jumlah spesies yang dijumpai

Dengan kriteria jika nilai E:

Mendekati 1 (> 0,5) berarti keseragaman organisme dalam keadaan seimbang dan tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun makanan tertentu. Mendekati nol (< 0,5) berarti keseragaman organisme di perairan tidak seimbang dan terjadi persaingan makanan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Jenis Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

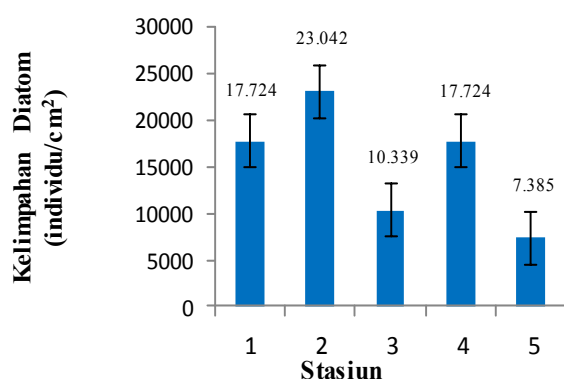
Dari hasil pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Biologi Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau ditemukan beberapa jenis diatom epifit pada pelelepah *Nypa fruticans* di sekitar Pulau Cawan Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau. Berikut jenis-jenis diatom yang teramati disajikan di Tabel 1.

Komposisi jenis diatom yang tertinggi terdapat pada stasiun 2 dengan total 75 individu, tingginya jumlah individu pada stasiun 2 (di Tanjung Melayu) ini diduga karena berada di sekitar permukiman penduduk serta lemahnya arus (0,33 m/det). Dodds dan Whiles (2010) menjelaskan arus yang (<5 m/det) akan baik untuk jenis-jenis flora yang hidupnya melekat pada suatu substrat. Disamping itu karena posisinya, sehingga bahan organik dari aktivitas manusia menjadi salah satu penyebab meningkatnya nutrisi di perairan untuk perkembangan diatom. Pendapat ini didukung oleh Yuan *et al.*, (2012) menjelaskan adanya masukan limbah dari aktivitas manusia di daratan juga dapat menyebabkan peningkatan nutrisi pada suatu perairan dan diikuti dengan biomassa fitoplankton, pertumbuhan dan produksi diatom sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi.

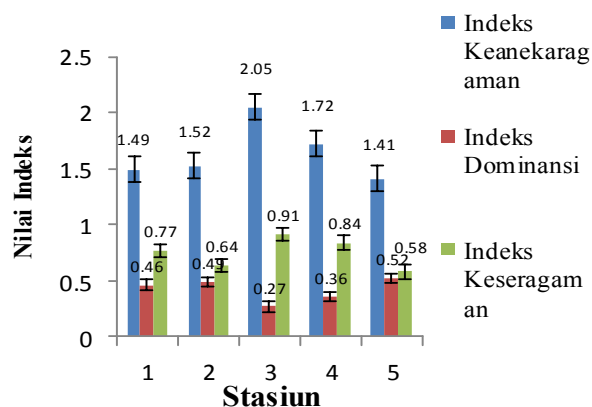
Spesies yang paling sering ditemukan pada setiap stasiun pengamatan adalah kelompok diatom dari jenis *Melosira* sp, dimana jenis ini paling banyak ditemukan pada stasiun 2 (di Tanjung Melayu) sekitar per-

Tabel 1. Klasifikasi Jenis Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

No	Kelas	Ordo	Famili	Genus
1	BACILLARIOPHYCEAE	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>
2		Naviculales	Pleurosigmales	<i>Pleurosigma</i>
3		Melosirales	Coscinodiscophycidae	<i>Melosira</i>
4		Thalassiosiphales	Catenulaceae	<i>Amphora</i>
5		BACILLARIALES	CYLINDROTHECA	<i>Cylindrotheca</i>
6		THALASSIOSIRALES	THALASSIOSIRACEAE	<i>Thalassiosira</i>
7		HEMIAULALES	HEMIAULACEAE	<i>Isthmia</i>
8		BACILLARIALES	BACILLARIACEAE	<i>Bacillaria</i>
9		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
10		Naviculales	PLAGIOTROPIDACEAE	<i>Plagiotropis</i>
11		LICMOPHORALES	LICMOPHORACEAE	<i>Licmophora</i>
12		EUNOTIALES	EUNOTIACEAE	<i>Eunotia</i>
13		CYMBELLALES	CYMBELLACEAE	<i>Cymbella</i>
14		Paraliales	Paraliaceae	<i>Ellerbeckia</i>
15		Penales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
16		Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>
17		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>
18		LYRELLA	LYRELLACEAE	<i>Iyrella</i>



Gambar 1. Kelimpahan Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan



Gambar 2. Histogram Struktur Komunitas Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

mukiman penduduk dengan jumlah 40 individu. Tingginya jumlah *Melosira* sp disebabkan banyaknya bahan organik yang berasal dari aktivitas manusia sehingga menyebabkan turunnya kualitas perairan diantaranya nilai fosfat 0,1601 mg/l yang melebihi baku mutu perairan, dengan demikian hanya jenis tertentu saja mampu bertahan hidup di lingkungan tersebut. Hal ini didukung oleh Semiden (2013) kandungan bahan organik yang tinggi dapat menurunkan kualitas air sehingga hanya fitoplankton yang bersifat toleran saja yang dapat hidup di lingkungan ini.

3.2 Kelimpahan Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

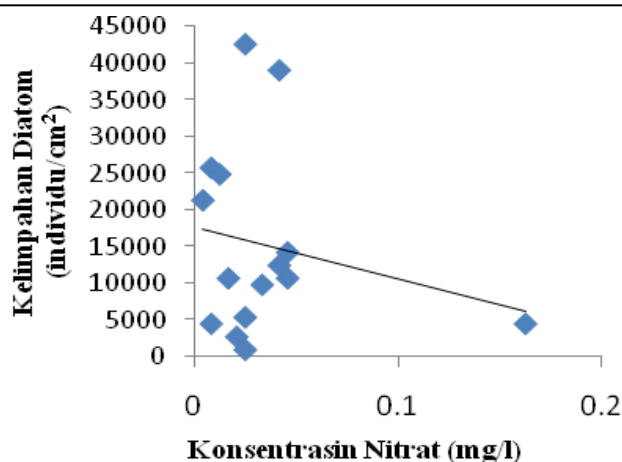
Dari hasil pengamatan yang dilakukan kelimpahan diatom yang ditemukan berbeda-beda pada tiap stasiun penelitian, dimana untuk mendapatkan nilai kelimpahan diatom lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Nilai rata-rata kelimpahan diatom epifit di perairan yang tertinggi berada pada stasiun 2 dengan nilai 23.042 individu/cm². Tingginya kelimpahan diatom pada stasiun 2 ini terjadi karena lokasinya di perairan muara Sungai Indragiri yang merupakan tempat peralihan antara ekosistem air tawar dengan ekosistem air laut (Efriyeldi *et al.*, 2013). Pada daerah peralihan ini banyak terdapat material dan zat hara dari arah daratan dan laut. Pernyataan ini didukung oleh Rifardi (2008) kawasan muara merupakan tempat penumpukan zat-zat hara yang dibawa aliran sungai ke muara.

3.3 Struktur Komunitas Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

Nilai struktur komunitas diatom yang terdiri dari nilai indeks keanekaragaman jenis, nilai indeks dominansi dan nilai indeks keseragaman jenis dapat dilihat pada Gambar 2.

Struktur komunitas adalah salah satu kajian ekologi yang mempelajari suatu ekosistem dan hubungannya dengan faktor lingkungan (Rashidy *et al.*, 2013). Nilai rata-rata indeks keanekaragaman berkisar 1,41-2,05 hal ini jika disesuaikan dengan nilai ketetapan indeks keanekaragaman Shannon Winner dalam Odum (1998) dengan rentang nilai indeks keanekaragaman $1 \leq H' \leq 3$ menunjukkan nilai keanekaragaman pada setiap stasiun penelitian tergolong keseimbangan biota sedang dan kualitas perairan tercemar sedang. Nilai rata-rata indeks dominansi berkisar 0,27-0,52 dimana nilai tertinggi berada pada stasiun 5 dengan nilai 0,52, berdasarkan ketetapan indeks dominansi Simpson dalam Odum (1998) dengan rentang nilai indeks dominansi mendekati 1 (>0,5) terdapat jenis yang mendominasi pada stasiun 5. Nilai rata-rata indeks dominansi terendah berada pada stasiun 3 dengan nilai 0,27 dilihat dari nilai ketetapan indeks dominansi Simpson dalam Odum (1998) dengan rentang nilai indeks dominansi mendekati 0 (<0,5) tidak terdapat jenis yang mendominasi pada stasiun 3. Menurut Amin (2008) menjelaskan indeks dominansi di perairan mendekati nilai 0 menunjukkan secara umum struktur komunitas dalam keadaan stabil dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di perairan tersebut. Indeks keseragaman berkisar 0,58-0,91 apabila dilihat dari indeks keseragaman Pilou dalam Krebs (1989) dengan rentang nilai indeks keseragaman mendekati 1 (> 0,5) menunjukkan nilai keseragaman pada setiap stasiun penelitian tergolong keseragaman organisme dalam keadaan seimbang dan tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun makanan tertentu. Munthe *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa indeks keseragaman yang mendekati nol cenderung menunjukkan komunitas yang tidak stabil sedangkan jika mendekati satu, komunitas dalam keadaan stabil, jumlah individu antar spesies sama.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kelimpahan Diatom dengan Konsentrasi Nitrat

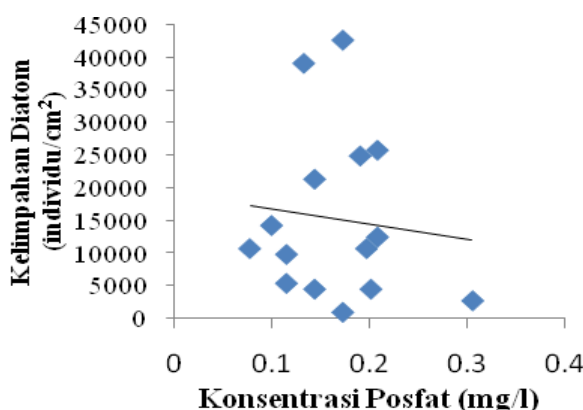
3.4 Hubungan kelimpahan diatom dengan konsentrasi nitrat dan fosfat

Dari hasil pengamatan yang dilakukan ditemukan jenis diatom yang berbeda-beda dimana setelah melakukan perhitungan didapatkan nilai kelimpahan diatom yang berbeda-beda pula pada tiap stasiun penelitian. Selanjutnya untuk mengetahui keeratan hubungan kelimpahan diatom dengan konsentrasi nitrat dan fosfat di perairan dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan untuk melihat nilai hubungan kelimpahan dengan konsentrasi fosfat dapat dilihat pada Gambar 4.

Hubungan kelimpahan diatom dengan konsentrasi nitrat dinyatakan dengan r (korelasi), dimana persamaan $Y = 17702 + (-71393) x$, keeratan dengan nilai $r = 0,21$ menurut Sugiyono (2008) mengelompokkan jika nilai r berkisar $0,20 - 0,399$ dikelompokkan ke dalam hubungan lemah. Selanjutnya keeratan hubungan kelimpahan diatom dengan konsentrasi fosfat didapatkan persamaan $Y = 19104 + (-23330) x$, keeratan dengan nilai $r = 0,11$, menurut Sugiyono (2008) yang mengelompokkan jika nilai r berkisar $0,00 - 0,199$ dikelompokkan kedalam hubungan sangat lemah.

Dari hasil penelitian yang didapatkan, rata-rata konsentrasi fosfat lebih tinggi dari konsentrasi nitrat di sekitar perairan Pulau Cawan. Konsentrasi fosfat berkisar $0,1342 - 0,2345$ mg/l sedangkan konsentrasi nitrat $0,0139 - 0,0639$ mg/l. Tingginya konsentrasi fosfat dari pada konsentrasi nitrat di perairan juga terjadi pada perairan Selat Alas Nusa Tenggara Barat (Radiarta, 2013) dengan konsentrasi fosfat $0,211 - 0,821$ mg/l dan nitrat $0,034 - 0,036$ mg/l.

Sumber nitrat dan fosfat di perairan sekitar Pulau Cawan berasal dari aliran sungai dari daratan, sehingga menumpuk di perairan muara sungai sekitar Pulau Cawan. Maslukah *et al.*, (2014) menyatakan bahwa variasi konsentrasi nitrat dan fosfat di perairan dipengaruhi oleh besar kecilnya aliran air tawar dan proses resuspensi. Adanya aliran air tawar dan proses resuspensi menyebabkan konsentrasi nutrisi dalam perairan menjadi lebih tinggi. Hal yang sama juga dinyatakan Oktaviani *et al.*, (2015) bahwa pergerakan arus pasang surut memiliki peran dalam penyebaran fosfat di perairan. Arus juga dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi nitrat dan fosfat di suatu perairan perairan, hal ini di dukung oleh Karil *et al.*, (2015) adanya pengadukan yang diakibatkan oleh alam seperti Arus pasang surut maupun aktivitas manusia dapat menaikkan konsentrasi nutrisi karena



Gambar 4. Grafik Hubungan Kelimpahan Diatom dengan Konsentrasi Fosfat

dengan adanya pengadukan menyebabkan fosfat terlepas dari sedimen ke kolom perairan, sumber nutrisi seperti nitrat dan fosfat dalam siklusnya menempatkan sedimen sebagai salah satu sumbernya.

4. Kesimpulan

Struktur komunitas diatom epifit pada pelelepah *Nypa fruticans* di perairan sekitar Pulau Cawan memiliki nilai rata-rata kelimpahan berkisar 7.385-23.042 individu/cm², nilai rata-rata indeks keanekaragaman berkisar 1,41-2,05 dan nilai indeks dominansi berkisar 0,27-0,52 serta nilai indeks keseragaman berkisar 0,58-0,91. Sedangkan kondisi kualitas perairan sekitar Pulau Cawan dengan kondisi tercemar sedang. Hubungan antara kelimpahan diatom dengan konsentrasi nitrat memiliki keeratan hubungan dengan nilai $r = 0,21$ hal ini dikelompokkan ke dalam hubungan lemah. Selanjutnya keeratan hubungan kelimpahan diatom dengan konsentrasi fosfat memiliki keeratan dengan nilai $r = 0,11$ dikelompokkan ke dalam hubungan sangat lemah.

5. Referensi

- Dodds, W. K dan M. R. Whiles. 2010. Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology. Academic Press.
- Efriyeldi, A. Mulyadi, Thamrin. 2013. Bahan Ajar Pengelolaan Wilayah Pesisir. Universitas Riau Press. Pekanbaru.
- Karil, A. R. F., M. Yusuf dan L. Maslukah. 2015. Studi Sebaran Nitrat dan Fosfat di Perairan Teluk Ujungbatu Jepara. Jurnal Oseanografi 4(2): 386-392.
- Maslukah, L. 2014. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat Semarang. Buletin Oseanografi Marina 2:55-62.
- Munthe, S. A. 2012. Hubungan Kondisi Lokasi dan Alat Perlengkapan pada Depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) dengan Kualitas Bakteriologi di Kecamatan Medan Helvetia Tahun 2012. Jurnal. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sari Meuthia.
- Odum, E. P. 1998. Dasar-dasar Ekologi (*Fundamental of Ecology*). Diterjemahkan oleh T. j. Samingan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Radiarta, I. N. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Jurnal Bumi Lestari 13(2): 240.
- Rifardi. 2008. Analisis Karakteristik Sedimen di Muara Sungai Indragiri, Unri Press. Pekanbaru 126 hal.
- Siregar, S. H. 1995. The Effects of Pollution on Temperate and Tropical Marine and Estuarine Diatom Population. Thesis. University of Newcastle Upon Tyne. Newcastle.