

ANALYSIS STRUCTURE OF EPILITHIC DIATOMS COMMUNITY IN COASTAL WATERS OF DUMAI RIAU PROVINCE

By:

Gustini Sri Ulina¹, Sofyan H. Siregar², Irvina Nurrachmi²

ABSTRACT

This research was conducted in June 2015 in the coastal waters of Dumai Riau Province. This study observed the variety, abundance and community structure of epilithic diatoms contained in coastal waters and to inform about the ecology of aquatic environment. The epilithic diatoms sample were collected in the field and identified in the Marine Biological Laboratory of Marine Science Department, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Riau. The number of genus recorded were 8 genera, namely *Cymatopleura*, *Dactyliosolen*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Rhabdonema*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix* and *Triceratium*. Epilithic diatoms genus found in each station was *Rhabdonema*. The genus can be bound or attached to rocks because it has a cosmopolitan nature in which not susceptible to flow. The values of diversity index (H'), dominance (D) and diversity (E) indicated that the condition of coastal waters Dumai under pressure and moderate pollution levels, no diatoms dominated, uniformity balanced and no competition of food and places. Based on the calculation of the abundance of diatom ANOVA test did not differ significantly between stations.

Keywords: *coastal waters, Dumai, diatoms, epilithic*

-
- 1) Students of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Riau
 - 2) Lecturer Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Riau

PENDAHULUAN

Perairan Dumai adalah salah satu perairan di bagian Timur Sumatera yang menjadi pusat perekonomian daerah setempat dan merupakan jalur transportasi barang dan jasa antar negara. Keberadaan wilayah perairan ini sangat strategis dalam mendorong pertumbuhan perekonomian warga, sehingga pertumbuhan pembangunan wilayah perekonomian sangat cepat terutama di bidang perindustrian. Aktivitas masyarakat yang padat membawa dampak pencemaran lingkungan yang tinggi melalui limbah rumah tangga, jalur transportasi laut dan pembuangan limbah industri menyebabkan menurunnya kualitas parameter kimia, fisika dan biologi perairan tersebut.

Fitoplankton merupakan salah satu organisme yang rentan terhadap pencemaran perairan. Perkembangan fitoplankton sebagai produksi primer menjadi sumber makanan bagi biota lainnya untuk bertahan hidup. Salah satu fitoplankton yang dominan di perairan adalah diatom. Menurut Siregar (2008), diatom adalah mikroalga uniseluler yang terdistribusi secara luas di seluruh lingkungan perairan. Keberadaan diatom sangat

mempengaruhi kehidupan di perairan karena memegang peranan penting sebagai sumber makanan dalam rantai makanan bagi berbagai organisme laut dan berperan dalam perpindahan karbon, nitrogen dan fosfat.

Menurut Friedrich *et al.*, 1996 dalam Pasingi, 2014 menyatakan bahwa diatom memberikan respon terhadap kondisi perairan berupa kelimpahan, jumlah jenis, kolonisasi taksa tertentu berdasarkan masukan bahan organik yang bervariasi.

Diatom memiliki daya adaptasi fisiologi untuk menempel pada substrat keras seperti lambung kapal, tiang pelabuhan dan batuan adalah diatom epilitik (Siregar *et al.*, 2008). Diatom epilitik memiliki sebaran yang luas pada kawasan perairan, menjadi sumber makanan bagi biota lainnya dan memiliki sensitivitas terhadap perubahan lingkungan perairan karena masuknya limbah industri dan limbah rumah tangga.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penelitian mengenai struktur komunitas diatom epilitik sebagai bioindikator perairan pada perairan pantai Dumai perlu dilakukan untuk memberi gambaran tentang pengaruh aktifitas penduduk dan industri di kawasan perairan pantai Dumai terhadap komunitas diatom epilitik. Penelitian diatom epilitik di perairan Dumai telah direkomendasi peneliti terdahulu oleh Hasibuan (2008) dan Yuandi (2007) pada substrat yang berbeda yaitu di tiang pelabuhan dan lambung kapal. Sementara pada permukaan batu belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, penulis ingin melakukan penelitian mengenai analisis struktur komunitas diatom epilitik di perairan Pantai Dumai Provinsi Riau.

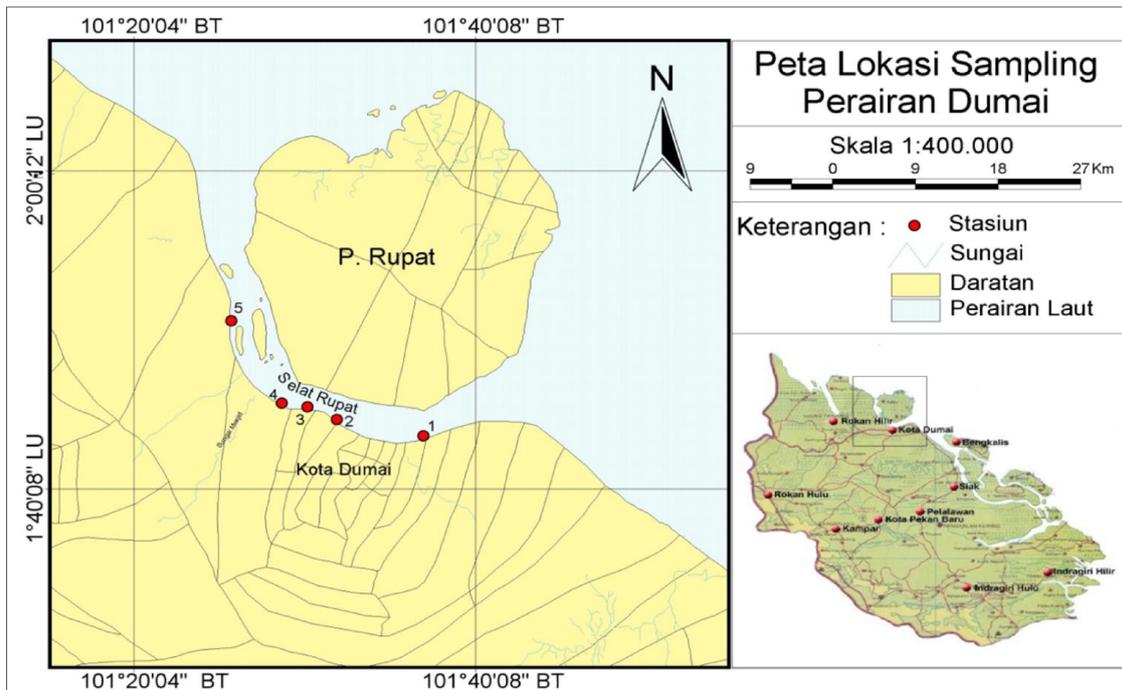
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2015 yang bertempat di Perairan Pantai Dumai Provinsi Riau. Secara geografis daerah ini berada pada posisi $101^{\circ}23'37''$ - $101^{\circ}28'13''$ LU dan $1^{\circ}23'$ - $1^{\circ}24'23''$ BT. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei yang dilakukan dengan pengamatan, pengukuran dan pengambilan sampel langsung di lapangan, kemudian sampel diatom epilitik diidentifikasi di Laboratorium Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu ($^{\circ}$ C), kecerahan (cm), kecepatan arus (m/det), derajat keasaman (pH) dan salinitas ($^{\circ}$ / $_{00}$). Pengukuran suhu menggunakan *thermometer*, kecerahan diukur menggunakan *secchi disk*, pH diukur menggunakan kertas pH indikator dan salinitas diukur dengan *hand refraktometer*. Alat yang digunakan untuk pengambilan dan identifikasi sampel diatom yaitu karet ban, sikat, botol sampel, *sprayer*, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, pipet tetes, tisu, kamera, peralatan tulis dan buku identifikasi Yamaji (1970).

Lokasi pengambilan sampel diatom epilitik ditentukan secara *purposive sampling*, yang dibagi atas 5 stasiun pada Perairan Pantai Dumai. Stasiun I pada kawasan Pelintung, terdapat Kawasan Industri Dumai (KID), adanya kegiatan pasar dan wisata di pantai. Stasiun II pada kawasan PERTAMINA merupakan kawasan pertambangan minyak dan gas bumi. Stasiun III pada kawasan PELINDO sebagai pelabuhan kapal nelayan dan pelabuhan kapal angkutan barang serta tempat pembuangan limbah domestik perkotaan. Stasiun IV di kawasan industri Dock Yard yang merupakan kawasan terpadu sebagai pusat pelabuhan dan kawasan industri terpadu. Stasiun V pada Basalam Baru, merupakan daerah yang tidak ada aktifitas

penduduk di sekitar pantai serta masih banyak ditumbuhi vegetasi mangrove (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Perairan Pantai Dumai

Pengambilan sampel diatom epilitik dilakukan pada zona intertidal dengan cara mengambil batu yang ditetapkan sebagai sampel secara *purposive*. Ukuran batu yang diambil berukuran sama atau lebih besar dari luas bidang kerikan. Pada setiap stasiun, jumlah batu yang diambil adalah 3 batu untuk dijadikan sebagai titik sampling yaitu titik sampling 1 (a), titik sampling 2 (b) dan titik sampling 3 (c).

Batu yang telah diambil dikerik dengan luas bidang 5 cm x 5 cm menggunakan karet ban pada bagian permukaan batu. Dikerik secara perlahan dengan menggunakan sikat kemudian disemprotkan dengan *sprayer* berisi aquades kemudian ditampung dalam botol hingga volume menjadi 40 ml. Sampel diberi label dan diawetkan dengan menggunakan 2 tetes lugol 4% dan dimasukkan ke dalam wadah untuk diamati di laboratorium (Gambar 2).



Gambar 2. Proses Pengambilan Sampel Diatom Epilitik

Pengamatan diatom menggunakan mikroskop Olympus Cx21 dengan perbesaran 10x10 menggunakan dua belas kali lapang pandang sebanyak 3 kali ulangan. Sampel air diatom epilitik diaduk supaya diatom tersebut merata dan mempunyai kesempatan yang sama untuk pengamatan dibawah mikroskop. Diatom yang diamati diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Yamaji (1970). Untuk menghitung kelimpahan diatom digunakan rumus perhitungan plankton dengan 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 epilitik per satuan luas (ind/cm²)
 Oi = luas *cover glass* (25x25)
 Op = luas satuan pandang (1,306mm²)
 Vr = volume dalam botol sampel (40ml)
 Vo = volume 1 tetes sampel (0,08ml)
 A = luas bidang kerikan (25cm²)
 n = jumlah diatom epilitik yang terambil
 p = jumlah lapang pandang (12)

Untuk menghitung keanekaragaman jenis diatom digunakan rumus Shannon dan Winner (Odum, 1998) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^n pi \log_2 pi \rightarrow pi = \frac{ni}{N}$$

Dimana: Log 2 = 3,321928
 H' = Indeks keanekaragaman jenis
 Pi = porposi individu dari spesies ke-i terhadap total individu semua spesies (pi= ni/N)
 Ni = jumlah total individu dari jenis ke-i (ind/cm²)
 N = Total individu semua jenis (ind/cm²)

Dengan nilai:

H' < 1 = lingkungan mengalami tekanan besar dan struktur komunitas tidak baik
 1 < H' < 3 = pencemaran sedang, sebaran individu sedang, struktur komunitas sedang
 H' > 3 = lingkungan belum mengalami gangguan, struktur organisme dalam keadaan baik

Untuk menghitung indeks dominansi diatom di perairan digunakan rumus indeks dominansi Simpson (Odum, 1998) sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

Dimana: ni = jumlah total individu dari jenis ke-i (ind/cm²)
 N = Total individu seluruh jenis (ind/cm²)

Dengan nilai:

D mendekati 0 = tidak ada spesies yang mendominasi, struktur komunitas stabil

D mendekati 1 = terdapat spesies yang mendominasi, struktur komunitas labil

Untuk melihat nilai keseragaman penyebaran genera dalam komunitas epilitik digunakan indeks keseragaman yaitu rasio keanekaragaman dan nilai maksimumnya (Bengen, 2000):

$$E = \frac{H'}{\text{Log}_2 S}$$

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

Dengan nilai:

E mendekati 1 = keseragaman organisme berada dalam keadaan seimbang dan tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun makanan

E mendekati 0 = keseragaman organisme tidak seimbang dan tidak terjadi persaingan baik tempat maupun makanan

Data yang diperoleh berupa kelimpahan, indeks keragaman, keseragaman dan dominansi ditabulasikan dalam tabel dan dianalisis secara deskriptif. Sementara untuk melihat perbedaan kelimpahan diatom antar stasiun digunakan metode statistik Anova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi diatom epilitik yang ditemukan di perairan pantai Dumai terdapat 2 ordo yaitu Centrales dan Pennales yang terdiri atas 8 (delapan) genera. Untuk lebih jelasnya, klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Diatom Epilitik yang Ditemukan di perairan Pantai Dumai

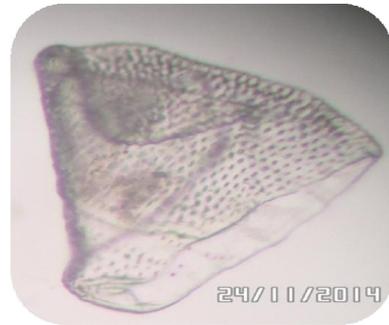
Kelas	Ordo	Family	Genus
Bacillariophyceae	Centrales	Leptocylindraceae	Leptocylindrus
		Rhizosoleniaceae	Rhizolenia
		Biddulphiaceae	Triceratium
		Melosiraceae	Dactyliosolen
	Pennales	Nitzschiaceae	Nitzschia
		Tabellariaceae	Rhabdonema
		Fragilariaceae	Thalassiothrix
		Diatomaceae	Cymatopleura

(Sumber: Data Primer, 2015)

Genera yang ditemukan adalah Cymatopleura, Dactyliosolen, Leptocylindrus, Nitzschia, Rhabdonema, Rhizosolenia, Thalassiothrix dan Triceratium dapat dilihat pada Gambar 3.



Cymatopleura



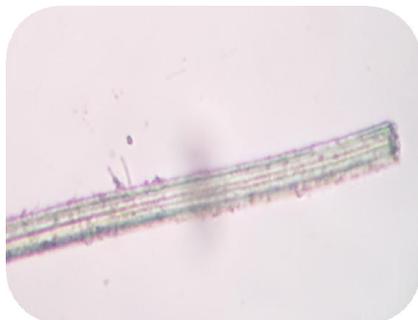
Triceratium



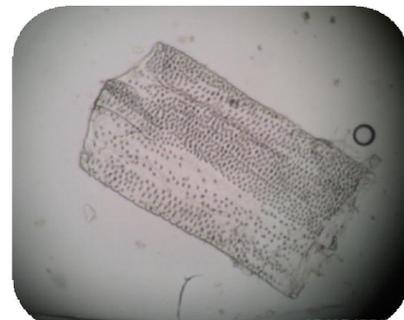
Leptocylindrus



Rhizosolenia



Thalassiothrix



Rhabdonema



Dactyliosolen



Nitzschia

Gambar 3. Diatom epilitik yang diperoleh dari hasil analisis (perbesaran 10 x 10)

Genus diatom paling sering dijumpai adalah *Rhabdonema*. Genus ini dapat terikat atau menempel pada batuan karena memiliki sifat yang kosmopolit, yang tidak rentan terhadap arus dan lamanya terekspos dari penyinaran matahari. *Cole dalam Usman (1994)* menyatakan bahwa kelompok mikroalgae sebagian besar terdiri dari diatom yang bersifat kosmopolit dan hidup menempel pada suatu substrat di bawah permukaan air.

Komposisi diatom epilitik yang terdapat pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

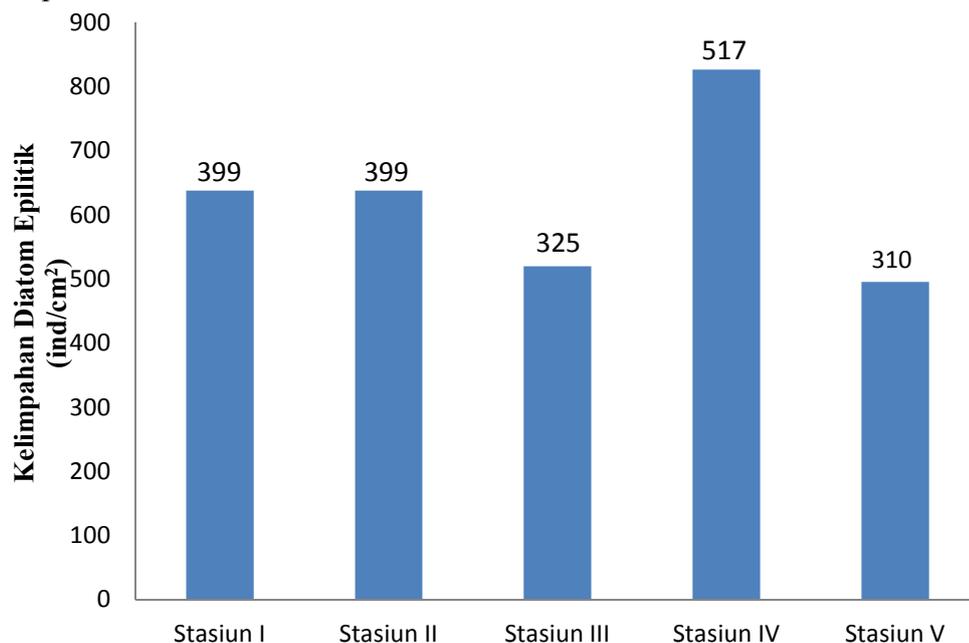
Tabel 2. Jumlah Komposisi Diatom Epilitik pada Setiap Stasiun

No	Genus	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Stasiun V
1	<i>Cymatopleura</i>	*	-	-	-	-
2	<i>Dactyliosolen</i>	*	-	-	-	-
3	<i>Leptocylindrus</i>	-	*	*	*	*
4	<i>Nitzschia</i>	-	-	*	-	*
5	<i>Rhabdonema</i>	*	*	*	*	*
6	<i>Rhizosolenia</i>	*	-	*	-	-
7	<i>Thalassiothrix</i>	*	*	-	*	*
8	<i>Triceratium</i>	-	*	-	*	-

Keterangan: * = ditemukan
- = tidak ditemukan

Komposisi genus diatom epilitik memiliki jumlah yang berbeda pada setiap stasiun. Genus diatom epilitik yang paling banyak ditemukan adalah pada Stasiun I. Sedangkan komposisi genus diatom epilitik yang paling sedikit ditemukan terdapat pada stasiun II, III, IV, dan V.

Kelimpahan diatom epilitik secara menyeluruh pada perairan Pantai Dumai dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Grafik rata-rata kelimpahan diatom epilitik

Rata-rata kelimpahan diatom tertinggi terdapat pada Stasiun IV berjumlah 517 individu/cm². Stasiun IV terdapat di kawasan industri Dock Yard. Aktifitas penduduk di kawasan PT. Patra Dock berupa pemukiman penduduk dan pasar juga memberikan pengaruh terhadap organisme di perairan (Hasibuan, 2008). Hal ini diduga bahwa banyaknya unsur-unsur hara yang masuk ke perairan yang akan merangsang pertumbuhan fitoplankton atau alga dan meningkatkan produktivitas perairan.

Stasiun V mempunyai kelimpahan terendah dibandingkan stasiun lainnya dengan nilai rata-rata 310 individu/cm². Stasiun V yang terdapat pada Basilam baru merupakan daerah yang tidak ada aktifitas penduduk dan dipengaruhi oleh arus dan ombak yang kuat. Arus dapat menyebabkan teraduknya substrat dasar berlumpur yang berakibat pada kekeruhan sehingga terhambatnya fotosintesa. Menurut Mulyadi (2003) bahwa mikroalga yang hidup pada daerah *intertidal* atau *eulitoral* yaitu mikroalga yang hidup antara daerah pasang surut sehingga secara periodik mengalami masa kering (terdedah di atmosfer) di saat air surut menyebabkan terjadinya perbedaan spesies yang muncul.

Parameter kualitas air dijadikan data pendukung dengan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Hasil Pengukuran Kualitas Air

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Kecerahan (cm)	Salinitas (ppt)	Kecepatan Arus (cm/det)
I	29	7	35	25	0,12
II	30	7	36	25	0,08
III	30	7	36	25	0,07
IV	30	7	34	25	0,12
V	30	7	35	25	0,15

(Sumber: Data Primer, 2015)

Nilai pengukuran kualitas perairan setiap stasiun terdiri dari: suhu berkisar antara 29-30⁰C, pH 7, kecerahan berkisar 34-36 cm, salinitas 25 ppt dan kecepatan arus berkisar 0,07-0,15.

Kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun V yaitu 0,15 cm/det dan kecepatan arus terendah pada stasiun III sebesar 0,07 cm/det. Kecepatan aliran air di perairan Pantai Dumai tergolong kecepatan yang lambat. Menurut Harahap *dalam* Telaumbanua (2007) bahwa kecepatan aliran air 0-25 cm/det tergolong kecepatan yang lambat, kecepatan aliran air 25-50 cm/det tergolong kecepatan yang sedang, kecepatan aliran air 50-100 cm/det tergolong kecepatan yang cepat, kecepatan aliran air > 100 cm/det tergolong kecepatan yang sangat cepat. Kecepatan arus ini diduga dapat mempengaruhi jenis-jenis perifiton dan fitoplankton yang hidup di dalamnya. Kecepatan arus yang besar dapat mengurangi jenis organisme yang dijumpai sehingga hanya jenis-jenis yang melekat saja yang bertahan terhadap arus. Perairan pantai yang dangkal dengan kecepatan arus cepat, biasanya didominasi oleh diatom epilitik.

Indeks keanekaragaman jenis (H') digunakan untuk menilai tingkat stabilitas dari struktur komunitas yang diamati yang berkaitan erat dengan karakteristik habitat yang dihuni oleh biota tersebut (Supono, 2008).

Nilai rata-rata dari indeks keanekaragaman, dominansi dan keseragaman pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Keanekaragaman (H'), Dominansi (D) dan Keseragaman (E)

Stasiun		H'	D	E
I	a	0,81	0,62	0,81
	b	0,91	0,55	0,91
	c	1,00	0,50	1,00
Rata-rata		0,91	0,55	0,91
II	a	1,00	0,50	1,00
	b	0,72	0,68	0,72
	c	1,58	0,33	1,00
Rata-rata		1,10	0,50	0,91
III	a	1,50	0,37	0,94
	b	1,50	0,37	0,94
	c	1,00	0,50	1,00
Rata-rata		1,33	0,41	0,96
IV	a	0,72	0,68	0,72
	b	0,81	0,62	0,81
	c	1,50	0,37	0,94
Rata-rata		1,01	0,55	0,82
V	a	0,91	0,55	0,91
	b	1,00	0,50	1,00
	c	1,00	0,50	1,00
Rata-rata		0,97	0,51	0,97

Nilai indeks keanekaragaman (H') yang tertinggi terdapat pada stasiun III yaitu 1,33 dan terendah pada stasiun I yaitu 0,91. Indeks keanekaragaman jenis (H') digunakan untuk menilai tingkat stabilitas dari struktur komunitas yang diamati yang berkaitan erat dengan karakteristik habitat yang dihuni oleh biota tersebut (Supono, 2008). Nilai indeks keanekaragaman (H') diatom epilitik di perairan Pantai Dumai dengan nilai rata-rata pada stasiun I (0,91), stasiun II (1,10), stasiun III (1,33), stasiun IV (1,01) dan stasiun V (0,97) menunjukkan sebaran individu sedang (keragaman sedang), berarti ekosistem perairan tersebut mengalami tekanan dan tingkat pencemaran sedang. Menurut Wardhana (2006), perairan yang tidak tercemar memiliki keanekaragaman biota yang tinggi, dengan jumlah jenis yang tinggi, dengan jumlah spesies yang tinggi dan jumlah individu perjenis rendah sedangkan pada perairan yang tercemar memiliki keanekaragaman yang rendah dengan jumlah individu perspesies melimpah, sehingga terjadi dominasi.

Nilai indeks dominansi (D) yang tertinggi terdapat pada stasiun I dan IV yaitu 0,55 dan terendah pada stasiun III yaitu 0,41. Indeks dominansi diatom epilitik (D) di perairan Pantai Dumai berada pada nilai antara 0,41-0,55. Nilai D mendekati 0, artinya tidak ada diatom yang mendominasi di perairan. Menurut Widodo *dalam* Simanihুরু (2012), faktor utama yang mempengaruhi dominansi diatom antara lain adanya pencemaran kimia dan organik, perubahan suhu, variasi pH dan penetrasi cahaya matahari.

Nilai indeks keseragaman (E) yang tertinggi terdapat pada stasiun V yaitu 0,97 dan terendah pada stasiun IV yaitu 0,82. Indeks keseragaman (E) diatom epilitik mempunyai nilai antara 0,82-0,97. Nilai E mendekati 1 berarti keseragaman diatom dalam keadaan seimbang dan tidak terjadi persaingan makanan maupun tempat. Menurut Telambanua dan Siregar (2007), menyebutkan bahwa beberapa spesies mikroalga yang hidupnya menempel dapat mendominasi perairan berarus kuat dan berkurangnya kecepatan arus akan meningkatkan keragaman spesies organisme yang melekat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di perairan Pantai Dumai Provinsi Riau, ditemukan komposisi diatom epilitik sebanyak 8 (delapan) genus yaitu *Cymatopleura*, *Dactyliosolen*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Rhabdonema*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix* dan *Triceratium*. Genus yang paling sering dijumpai pada setiap stasiun adalah *Rhabdonema*. Komposisi jenis diatom epilitik pada perairan Pantai Dumai didominasi oleh diatom ordo Pennales. Dilihat dari nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C) dan indeks keseragaman (E) terlihat kondisi perairan Pantai Dumai mengalami tekanan dan tingkat pencemaran sedang, tidak ada diatom yang mendominasi dan keseragaman diatom seimbang dan tidak terjadi persaingan tempat dan makanan.

Diharapkan dilakukan penelitian lanjutan mengenai struktur komunitas dan kelimpahan diatom epilitik pada substrat yang berbeda sebagai tempat melekatnya diatom di kawasan perairan Pantai Dumai.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th edition. American Public Health Association. Washington. DC.
- Bengen. 2000. *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-IPB. Bogor.
- Hasibuan O. J., Siregar, S. H., Mulyadi A. 2008. *Struktur Komunitas Diatom Epilitik (Bacillariophyceae) Pada Lambung Kapal di Perairan Dumai, Provinsi Riau*. Program Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau.
- Mulyadi, A. 2003. *Diktat Mata Ajaran Botani Laut*. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 90 Hal.
- Nontji, A. 2006. *Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta.
- Odum, E. P., 1998. *Dasar-dasar Ekologi (Fundamentals of Ecology)*. Diterjemahkan oleh Tj. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 679 hal.
- Pasingi, N. 2014. *Diatom Epilitik Sebagai Indikator Kualitas Air Di Bagian Hulu Sungai Cileungsi Bogor*. Tesis. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Simanihুরু, T., Siregar, S.H., Nurrachmi, I. 2012. *Komposisi Diatom Epipelik dan Epifitik di Perairan Sungai Mesjid Kota Dumai Provinsi Riau*. Jurnal Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Riau.

- Supono. 2008. Analisis Diatom Epilitik Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Tambak untuk Budidaya Udang. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro. Semarang
- Telaumbanua, K. S. dan Siregar, S. H.2007. Variasi Diatom Epifitik (*Bacillariophyceae*) Pada Batang dan Pneumatophore Bakau *Avicennia* Sp. Di Kawasan Pelabuhan Tanjung Buton, Provinsi Riau. Jurnal Program Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau. Diakses 10 Februari 2015.
- Usman, R., 1994. Distribusi dan Kelimpahan Diatom Epilitik di Sungai Batang HarauKotamadya Padang. *Terubuk* (43):35-36
- Wardhana, W. 2006. Metoda Prakiraan Dampak dan Pengelolaannya pada Komponen biota akuatik. Modul pelatihan penyusun analisis dampak lingkungan. Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Yamaji, I. 1970. *Illustration of Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publishin Co. Ltd. Japan. 371 p.