

JURNAL PENELITIAN

**HUBUNGAN KANDUNGAN MINYAK TOTAL DENGAN KELIMPAHAN
DIATOM EPIPELIK PADA SEDIMEN INTERTIDAL DI PERAIRAN
KUALA TANJUNG KABUPATEN BATUBARA PROVINSI SUMATERA
UTARA**

**OLEH
DHEA ESA MUTIARA
1404115081**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2018**

**RELATIONSHIP OF TOTAL OIL CONTENT WITH EPIPELIC DIATOMS
ABUDANCE IN INTERTIDAL SEDIMENT IN THE WATER OF
KUALA TANJUNG BATUBARA DISTRICT NORTH SUMATERA
PROVINCE**

By :
Dhea Esa Mutiara ¹⁾, Bintal Amin ²⁾, Sofyan H. Siregar ²⁾
Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Science
Riau University, Pekanbaru, Riau Province
dheamutiara4@gmail.com

A study on the effect of total oil content on the epipellic diatom abundance were done in January to March 2018 in The Intertidal Zone of Kuala Tanjung Batubara District North Sumatera. Sediment samples were taken from 4 stations with different activities and each stations was divided based on the intertidal zone (*upper*, *middle*, and *lower*). The result showed that total oil content the highest was station 4 (5377,1986 ppm) and the lowest was at station 2 (142,8497 ppm). The highest abundance of epipellic diatom was found at station 2 (8933 ind/cm²). Epipellic diatom that were found in the intertidal zone of Kuala Tanjung composing of 14 spesies. The total oil content in the intertidal zone was not different and total oil content between station was different. The epipellic diatom abundance in the intertidal zone was not different and epipellic diatom abundance between station was different. Relationships between total oil content with epipellic diatom abundance in Kuala Tanjung were $y = 7234,5 - 1570,7x$; $R^2 = 0,7432$; $r = 0,86$. The oil content and epipellic diatom abundance has negative correlation, which means in creasing of oil content will cause a decrease the abundance of epipellic diatom in Kuala Tanjung.

Keyword: In The Water of Kuala Tanjung, Total Oil Content, Epipellic Diatom, Pollution

¹⁾ College Student, Faculty of Fisheries and Marine Science Riau University

²⁾ Lecturer, Faculty of Fisheries and Marine Science Riau University

HUBUNGAN KANDUNGAN MINYAK TOTAL DENGAN KELIMPAHAN DIATOM EPIPELIK PADA SEDIMEN INTERTIDAL DI PERAIRAN KUALA TANJUNG KABUPATEN BATUBARA PROVINSI SUMATERA UTARA

Oleh :

Dhea Esa Mutiara ¹⁾, Bintal Amin ²⁾, Sofyan H. Siregar ²⁾
Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan
Universitas Riau, Pekanbaru, Provinsi Riau
dheamutiara4@gmail.com

Penelitian tentang hubungan kandungan minyak total dengan kelimpahan diatom epipelik dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2018 di Zona Intertidal Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara. Sampel sedimen diambil dari 4 stasiun dengan aktivitas yang berbeda dan masing-masing stasiun dibagi berdasarkan zona intertidal (*upper*, *middle*, dan *lower*). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kandungan minyak tertinggi terdapat di stasiun 4 (5377,1986 ppm) dan terendah pada stasiun 2 (142,8497 ppm). Sedangkan kelimpahan diatom tertinggi ditemukan pada stasiun 2 (8933 ind/cm²). Diatom epipelik yang ditemukan di Zona Intertidal Kuala Tanjung Provinsi Sumatera Barat berjumlah 14 genus. Kandungan minyak total pada sedimen antar zona tidak berbeda dan kandungan minyak total pada sedimen antar stasiun berbeda sangat nyata. Kelimpahan diatom epipelik antar zona tidak berbeda dan kelimpahan diatom epipelik antar stasiun berbeda sangat nyata. Hubungan antara kandungan minyak total pada sedimen dengan kelimpahan diatom epipelik memiliki hubungan yang kuat dengan persamaan matematis $y = 7234,5 - 1570,7x$; $R^2 = 0,7432$; $r = 0,86$. Hubungan kandungan minyak total dengan kelimpahan diatom epipelik menunjukkan nilai yang negatif artinya dengan meningkatnya kandungan minyak total pada sedimen maka kelimpahan diatom epipelik di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara akan menurun.

Kata Kunci: Perairan Kuala Tanjung, Kandungan Minyak Total, Diatom Epipelik, Pencemaran

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang demikian pesat saat ini selain memberikan dampak yang positif juga memberikan dampak negatif. Dampak positif berupa perluasan lapangan pekerjaan dan pemenuhan kebutuhan hidup manusia, sedangkan dampak negatif yang muncul adalah penurunan kualitas perairan akibat buangan air limbah (pencemaran) yang melampaui ambang batas. Salah satu pencemaran laut yang diakibatkan dari perkembangan industri dan komoditi utama yang diperdagangkan yaitu minyak total (minyak dan lemak).

Minyak total (minyak dan lemak) merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran di suatu perairan sehingga konsentrasinya harus dibatasi dan mengganggu makhluk hidup yang ada di perairan. Fitoplankton digunakan sebagai alternatif monitoring kondisi perairan karena rentan terhadap pencemaran minyak pada perairan. Salah satu fitoplankton yang dominan di perairan laut adalah diatom. Diatom yang hidup menempel pada substrat sedimen ialah diatom epipelik. Diatom epipelik merupakan *microalgae* yang hidup pada substrat yang jenis dan kelimpahannya sangat dipengaruhi oleh kualitas air dan kondisi sedimen. Minyak yang terbawa oleh arus dan gelombang dengan kecepatan lemah akan mengendap di sedimen sehingga akan mengganggu organisme yang hidup di permukaan sedimen terutama diatom epipelik.

Padatnya aktivitas industri seperti PT Inalum, Pabrik Oleokimia

Bakrie, Pabrik Minyak Multimas dan Pelabuhan Kuala Tanjung diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan pantai dan mengancam organisme diatom epipelik. Oleh sebab itu, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang Kandungan Minyak dan Hubungannya dengan Kelimpahan Diatom Epipelik pada Sedimen Intertidal di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan minyak total dan kelimpahan diatom epipelik, untuk mengetahui perbedaan kandungan minyak total dan kelimpahan diatom epipelik antar stasiun pengambilan sampel dengan karakteristik sumber pencemaran yang berbeda serta antar titik pengambilan sampel (*upper*, *middle*, dan *lower*) pada zona intertidal dan hubungan kandungan minyak total dengan kelimpahan diatom epipelik pada sedimen intertidal di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2018 di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera. Sampel sedimen untuk kandungan minyak dianalisis di Laboratorium Kimia Hasil Perikanan dan Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan, sedangkan sampel diatom epipelik dianalisis di Laboratorium Biologi Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan.

Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive sampling*, pada setiap stasiun dengan karakteristik sumber pencemaran yang berbeda diantaranya Stasiun 1 berada di sekitar Muara Sungai Besar, Stasiun 2 berada di sekitar pantai wisata Kuala Indah, Stasiun 3 berada di sekitar mangrove dan Stasiun 4 berada di sekitar Pelabuhan PT. INALUM yang berdekatan dengan Pabrik Minyak Multimas. Masing-masing stasiun terbagi menjadi 3 titik sampling berdasarkan zona intertidal yaitu di zona pasang tertinggi (*upper zone*), zona batas pasang tertinggi dengan surut terendah (*middle zone*), dan zona batas surut terendah (*lower zone*).

Pengambilan sampel minyak total pada sedimen diambil pada titik sampling yang telah ditentukan menggunakan spatula pada kedalaman ± 1 cm kemudian dimasukkan ke dalam plastik sebanyak ± 50 gram. Sampel sedimen yang sudah ada dimasukkan ke dalam *box* dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan minyak totalnya (Pujianto, 1999).

Sampel diatom diambil pada saat surut terendah dengan cara mengambil sampel permukaan sedimen ± 1 cm pada papan triplek yang berukuran 5x5 cm sebanyak 3 titik pengambilan sampel tiap stasiun. Sampel sedimen yang telah diambil tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel, diberi aquades sampai mencapai 100 ml dan selanjutnya diawetkan menggunakan larutan pengawet *Lugol* 4% sebanyak 3-4 tetes, botol sampel diberi label sesuai kode pengambilan sampel disimpan dalam *box* dan selanjutnya dianalisis di laboratorium (Siregar, 1995).

Analisis kandungan minyak pada sedimen dilakukan menggunakan metode ekstraksi dengan alat *soxhlet* (Woodman, 1997). Pada penelitian ini minyak yang diukur adalah minyak total (minyak dan lemak).

Prosedur kerja untuk mengetahui kandungan minyak total pada sedimen adalah sebagai berikut:

Mula-mula cawan plastik ditimbang dengan berat 0 gram, kemudian masukkan sampel sedimen ke dalam cawan plastik dengan berat 10 gram dan ditambahkan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) sebanyak 5 gram. Setelah itu, aduk rata sampel sedimen dengan Natrium Sulfat (Na_2SO_4) dan ditimbang untuk mendapatkan berat sampel. Sampel sedimen yang telah di aduk rata diletakkan pada kertas saring biasa dan dilipat. Setelah itu, labu ukur di oven dengan suhu 100°C selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat labu ukur kosong. *Soxhlet* dipanaskan terlebih dahulu dan sampel yang telah dilipat pada kertas saring dimasukkan ke dalam timbal ekstraksi *soxhlet*, sedangkan untuk pendingin dialirkan melalui kondensor dan tabung ekstraksi dipasang pada alat destilasi *soxhlet* dengan pelarut n-hexane 125 ml persampel selama 2 jam. Setelah 2 jam, hasil ekstraksi minyak dalam labu ukur dimasukkan ke oven untuk pengeringan selama 1 jam dengan suhu 100°C sampai berat konstan. Kemudian labu ukur yang sudah di oven selama 1 jam ditimbang untuk dinyatakan sebagai berat minyak.

Menurut EPA (1982) untuk menghitung kandungan minyak total digunakan rumus sebagai berikut:

Perhitungan :

$$KM = \frac{B - A}{C}$$

Dimana:

- KM = Kandungan Minyak Total (ppm)
- A = Berat Labu Kosong (mg)
- B = Berat Labu yang telah dioven (mg)
- C = Berat Sampel akhir (kg)

Sampel diatom diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 10 x 10 dan menggunakan buku identifikasi Davis (1955) dan Yamaji (1976). Pengamatan dilakukan 3 kali untuk setiap botol sampel dan perhitungan kelimpahan diatom digunakan rumus modifikasi *Lackey Drop Microtransect Methods* (APHA, 1995):

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

Dimana:

- N = Jumlah Diatom per satuan Luas (ind/cm²)
- Oi = Luas Gelas Penutup (625 mm²)
- Op = Luas Satuan Pandang (1,306 mm²)
- Vr = Volume Konsentrat dalam Botol Sampel (100 ml)
- Vo = Volume 1 Tetes Sampel (0,05 ml)
- A = Luas Bidang Kerikan (25 cm²)
- n = Jumlah Diatom Epipelik yang Terambil
- P = Jumlah Lapang Pandang (12)

Uji regresi linear sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan kandungan minyak total pada sedimen dengan kelimpahan diatom epipelik. Hubungan antara kandungan minyak total dengan kelimpahan diatom epipelik pada sedimen intertidal ditunjukkan dengan persamaan regresi:

$$Y = a + bx$$

Dimana:

Y = Variabel terikat = Kelimpahan diatom epipelik (ind/cm²)

a + b = Konstanta dan koefisien regresi

X = Variabel bebas = Kandungan Minyak Total (ppm)

Untuk mengetahui perbedaan kandungan minyak total dan kelimpahan diatom epipelik tiap stasiun serta perbedaan antara tiga zona intertidal (*upper*, *middle* dan *lower*), maka digunakan uji *One-way ANOVA* menggunakan program SPSS versi 16.0 dan dibahas secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Tata Ruang Wilayah Kabupaten Batubara dalam PERDA Kabupaten Batubara No. 10 (2013-2033) menyatakan bahwa Perairan Kuala Tanjung terletak di Pantai Timur Provinsi Sumatera Utara. Batas wilayah Perairan Kuala Tanjung yaitu Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Medang Deras, Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Kuala Indah, Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Air Putih dan Sebelah Timur berbatasan dengan Selat Malaka.

Kawasan perairan Kuala Tanjung adalah salah satu kawasan perairan di Sumatera Utara yang menjadi tempat beroperasinya berbagai macam pabrik dan pelabuhan seperti PT. INALUM, Pabrik Oleokimia Bakrie, Pabrik Minyak Multimas dan Pelabuhan Kuala Tanjung.

Adapun Parameter kualitas perairan yang sangat berpengaruh terhadap kelimpahan diatom epeipelik yaitu tingkat kecerahan suatu perairan sebagaimana pernyataan Supono (2008) bahwa cahaya sangat berpengaruh terhadap efektivitas fotosintesis fitoplankton. Tingkat kecerahan di Perairan Kuala Tanjung memiliki nilai kecerahan antara 0,68-0,88 cm, dan masih memiliki tingkat kecerahan yang baik karena penetrasi cahaya sampai ke dasar perairan (Tabel 1).

Kualitas Perairan

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan (Parameter Fisika dan Kimia)

St.	Titik Sampling (Zone)	Suhu (°C)	Kecerahan (m)	Kec. Arus (m/det)	pH	Salinitas (ppt)	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)	DO (mg/l)
1	<i>Lower</i>	30	0,7	0,62	8	21	0,0125	0,0177	7,2
	<i>Middle</i>	29	0,75	0,52	8	21	0,0125	0,0531	8,1
	<i>Upper</i>	29	0,78	0,56	7	20	0,0125	0,0752	8,5
2	<i>Lower</i>	29	0,8	0,58	7	29	0,0958	0,1150	8
	<i>Middle</i>	28	0,83	0,48	7	29	0,0125	0,0575	8,3
	<i>Upper</i>	28	0,88	0,4	7	28	0,0333	0,0951	8,8
3	<i>Lower</i>	32	0,68	0,34	8	29	0,0125	0,0243	5,6
	<i>Middle</i>	32	0,72	0,45	8	29	0,0125	0,1128	6
	<i>Upper</i>	31	0,74	0,5	8	29	0,0333	0,2788	7,7
4	<i>Lower</i>	30	0,75	0,54	7	31	0,0125	0,1770	5,5
	<i>Middle</i>	30	0,78	0,5	7	30	0,0542	0,3584	6,1
	<i>Upper</i>	29	0,8	0,45	7	30	0,0750	0,8385	6,3
	Baku mutu	28-32	>3	-	7-8,5	25-35	0,08	0,15	>5

Kandungan Minyak Total Antar Zona dan Antar Stasiun

Berdasarkan zona intertidal kandungan minyak total pada *lower zone* merupakan kandungan minyak total tertinggi. Penyebab tingginya kandungan minyak total pada *lower zone* diduga lamanya proses perendaman sehingga partikel-partikel sedimen berukuran besar akan lebih cepat mengendap dibanding dengan partikel yang lebih halus serta dipengaruhi kecepatan arus dan gelombang pada Perairan Kuala Tanjung. Menurut Rifardi (2010) bahwa kecepatan arus sangat mempengaruhi terhadap proses sedimentasi dimana arus akan membawa partikel-partikel sedimen hingga partikel sedimen tersebut mengendap, dimana arus yang lemah akan menyebabkan partikel sedimen mudah mengendap dan sebaliknya.

Berdasarkan stasiun, kandungan minyak tertinggi terdapat pada stasiun 4. Stasiun 4 terletak di Pelabuhan PT INALUM (Lampiran 3) yang merupakan jalur transportasi kapal nasional yang bertugas dalam pengangkutan barang ke daerah-daerah dan juga berdekatan dengan Pabrik Minyak Multimas yang merupakan produksi minyak goreng, nilai kandungan minyak total pada stasiun ini berkisar antara 4677,3845 – 5377,1986 ppm. Mukhtasor (2007) menyatakan bahwa air limbah yang berasal dari kapal kadangkala juga mengandung minyak total atau bisa juga berasal dari kebocoran dari tangki bahan bakar dan industri minyak goreng.

Tabel 2. Kandungan Minyak Total Antar Zona dan Antar

Stasiun	Titik Sampling (Zone)	Kandungan Minyak Tiap Zona (ppm)	Rata-rata Kandungan Minyak Tiap Stasiun (ppm)
1	<i>Lower</i>	476,6412	469,1868
	<i>Middle</i>	474,0014	
	<i>Upper</i>	456,9167	
2	<i>Lower</i>	182,3803	163,2318
	<i>Middle</i>	164,4650	
	<i>Upper</i>	142,8497	
3	<i>Lower</i>	1326,7280	1242,2523
	<i>Middle</i>	1223,6198	
	<i>Upper</i>	1176,4091	
4	<i>Lower</i>	5377,1986	4858,8995
	<i>Middle</i>	4822,1146	
	<i>Upper</i>	4677,3845	

Sumber: Data Primer, 2018

Kelimpahan Diatom Epipelik Antar Zona dan Antar Stasiun di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara

Kelimpahan diatom epipelik berdasarkan zona intertidal antar stasiun terbagi menjadi 3 zona yaitu *lower zone*, *middle zone* dan *upper zone*. Pada *lower zone* kelimpahan diatom epipelik dengan nilai terendah, hal ini diduga tingginya kandungan minyak menyebabkan lapisan minyak di permukaan air akan menghalangi masuknya cahaya matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis pada diatom epipelik.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara ditemukan 14 genus. Kelimpahan diatom epipelik tertinggi terdapat pada stasiun 2 titik sampling *upper zone* yaitu (8933 Ind/cm²), diduga karena berada pada pemukiman penduduk yang jauh dari pelabuhan. Menurut Amin dan Nurrachmi (1997) menyatakan bahwa kelimpahan diatom semakin tinggi di daerah yang semakin jauh dari pelabuhan dan kawasan lalu lintas kapal motor.

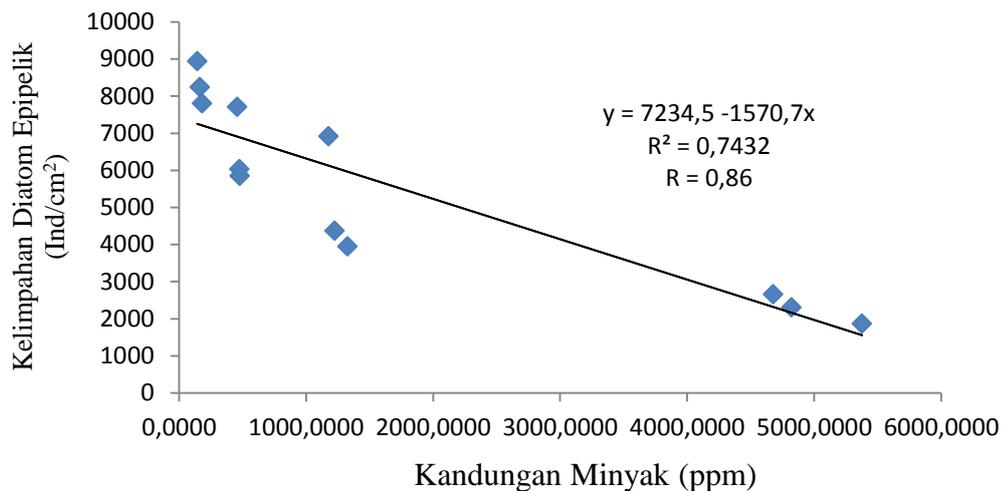
Tabel 3. Hasil Perhitungan Kelimpahan Diatom Antar Zona dan Antar Stasiun

Stasiun	Titik sampling	Kelimpahan Diatom Tiap Zona (ind/cm ²)	Rata-rata Kelimpahan Diatom Tiap Stasiun (ind/cm ²)
1	<i>Lower</i>	5849	6528
	<i>Middle</i>	6026	
	<i>Upper</i>	7710	
2	<i>Lower</i>	7799	8325
	<i>Middle</i>	8242	
	<i>Upper</i>	8933	
3	<i>Lower</i>	3950	5078
	<i>Middle</i>	4372	
	<i>Upper</i>	6913	
4	<i>Lower</i>	1861	2275
	<i>Middle</i>	2304	
	<i>Upper</i>	2659	

Sumber: Data Primer, 2018

Hubungan Kandungan Minyak Total dengan Kelimpahan Diatom Epipelik pada Sedimen Intertidal di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara

Hasil uji regresi linear sederhana antara kandungan minyak total pada *lower zone*, *middle zone* dan *upper zone* dengan kelimpahan diatom epipelik di Perairan Kuala Tanjung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Kandungan Minyak Total dengan Kelimpahan Diatom Epipelik di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara

Hubungan antara kandungan minyak total pada sedimen dengan kelimpahan diatom epipelik memiliki hubungan yang kuat dengan persamaan matematis $y = 7234,5 - 1570,7x$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,7432 dan koefisien korelasi $r = 0,86$. Nilai r menyatakan hubungan kuat dengan nilai yang negatif artinya dengan meningkatnya kandungan minyak total pada sedimen maka kelimpahan diatom epipelik di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara akan menurun.

Sesuai dengan Razak (1991), kandungan minyak total dengan kelimpahan diatom epipelik dapat dikatakan memiliki hubungan yang kuat apabila nilai koefisien korelasi (r) yaitu 0,71 – 0,90. Berdasarkan persamaan tersebut diketahui pengaruh kandungan minyak total terhadap kelimpahan diatom epipelik sebesar 80% sementara 20% dipengaruhi oleh faktor - faktor yang lainnya seperti oksigen terlarut, kecepatan arus, gelombang dan pasang surut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka kandungan minyak total di perairan Kuala Tanjung melewati ambang batas dari yang telah ditetapkan oleh MENLH No.51 Tahun 2004 yaitu ≤ 50 ppm. Kandungan minyak total tertinggi terdapat di stasiun 4 (5377,1986 ppm). Sedangkan kelimpahan diatom tertinggi ditemukan pada stasiun 2 (8933 ind/cm²). Kelimpahan diatom di perairan Kuala Tanjung dapat dikategorikan sebagai perairan mesotrofik yaitu perairan yang memiliki tingkat kesuburan yang sedang dengan kisaran antara 2.000 – 15.000 ind/cm².

Kandungan minyak total pada sedimen antar zona tidak berbeda dan kandungan minyak total pada sedimen antar stasiun berbeda sangat nyata. Kelimpahan diatom epipelik antar zona tidak berbeda dan kelimpahan diatom epipelik antar stasiun berbeda sangat nyata.

Hubungan antara kandungan minyak total pada sedimen dengan kelimpahan diatom epipelik memiliki hubungan yang kuat dengan koefisien korelasi $r = 0,86$. Nilai r menyatakan hubungan kuat dengan nilai yang negatif artinya dengan meningkatnya kandungan minyak total pada sedimen maka kelimpahan diatom epipelik di Perairan Kuala Tanjung Kabupaten Batubara Provinsi Sumatera Utara akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B dan I. Nurrachmi. 1997. *Kandungan Minyak dan Efeknya Terhadap Kelimpahan Diatom di Perairan Selat Rupa dan Selat Malaka. Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru. 56 Halaman.
- APHA. 1995. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association. Washington DC. 2nd edition.
- Davis, C. C. 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton. Associate Professor of Biology Western Reserve University*. Michigan State University Press. 56.
- EPA. 1982. *Methods For Chemical Analisis Of Waterand Wates Environmental Monitoring Ang Support Laboratory*. Cincianoti Ohio.
- Peraturan Daerah Kabupaten Batubara Nomor 10. 2013. Tata Ruang Wilayah Kabupaten Batubara Tahun 2013-2033. 61 hal (tidak diterbitkan).
- Pujianto, S. 1999. *Studi Distribusi Minyak Berdasarkan Pola Arus di Perairan Sekitar Pelabuhan PT. Timah Prayun Kecamatan Kundur Kabupaten Kepulauan Riau*. 30 hal (tidak diterbitkan).
- Razak. 1991. SPSS Complete. *Teknik Analisis Statistik Terhadap dengan Software SPSS*. Salemba Infotek. Jakarta. 328 Halaman.
- Rifardi. 2010. *Ekologi Sedimen Modern*. Universitas Riau Press. Pekanbaru. 145 Halaman.
- Siregar, S. H. 1995. *The Effects of Pollution on Temperate and Tropical Marine and Estuarine Diatom Population* [Thesis]. University of Newcastle Upon Tyne. Newcastle.
- Supono. 2008. *Analisis Diatom Epipellic Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Tambak Untuk Budidaya Udang*. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang
- Woodman. 1997. *Subtidal ecology*. Edward Arnold Pty. Limited, Australia.
- Yamaji, I. 1976. *Illustration Of The Marine Plankton Of Japan 8th Ed*. Hoikhusa Publissing Co. Ltd. Tokyo. 563 P.