

HUBUNGAN KANDUNGAN MINYAK DENGAN KELIMPAHAN DIATOM DI SEKITAR PERAIRAN DESA LALANG KABUPATEN SIAK PROVINSI RIAU

Ratih Azhar¹⁾, Irvina Nurrachmi²⁾, Sofyan Husein Siregar²⁾

1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293,

2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru 28293

ABSTRACT

This research was conducted in August 2011, located in the waters of the Lalang village, District of Siak, Riau Province. This research was aimed to determine the oil concentration, the abundance of diatoms and the relationships between oil concentration with abundance of diatoms (*Bacillariophyta*) in the waters around the Lalang Village. The method used in this study is a survey method. Based on the results, the highest average value of oil concentration was obtained at Station III (0.615 ppm). It's different from Station I which has a lowest average rating of oil concentration (0.269 ppm). Six diatoms spesies were recorded in namely in the waters of the Lalang Village, ie. *Chaetoceros cinctum*, *Coscinodiscus lineatus*, *Nitzschia seriata*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia alata*, and *Skeletonema costatum*. Where *Nitzschia seriata* species has an average number of the highest abundance (3,000 ind / l) compared to other species and the most commonly encountered at each station. Average abundance of diatom spesies in each station (8240 ind / l). The relationship between oil concentration and abundance diatoms shown that a negative relationship as expressed in formulation $y = -5992x + 4954$ with a coefficient of determination (R^2) = 0.827 and the correlation coefficient (r) = 0.909. So that, the increasing of oil concentration will be declining the diatoms abundance in the water Lalang Village.

Key note : Oil concentration, Diatoms, Lalang Village

PENDAHULUAN

Desa Lalang merupakan alur pelayaran yang padat dengan berbagai aktivitas seperti transportasi kapal barang, kapal tanker maupun kapal nelayan. Selain itu di perairan ini juga terdapat perusahaan minyak, yaitu PT Kondur Petroleum yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi perubahan lingkungan. Adanya aktivitas di sekitar perairan Desa Lalang ini diduga dapat menimbulkan pencemaran seperti adanya pembuangan *air ballast* dari kapal, sehingga dapat mengganggu ekosistem perairan. Mukhtasor (2007) menyatakan bahwa air limbah yang berasal dari kapal kadangkala juga mengandung minyak atau bisa juga berasal dari kebocoran tangki bahan bakar. Polutan yang berpotensi mencemari laut misalnya minyak.

Minyak yang mencemari laut akan berdampak pada organisme yang ada di perairan tersebut, salah satunya fitoplankton. Tumpahan minyak di permukaan laut akan membentuk

lapisan filem sehingga akan mempengaruhi aktifitas fitoplankton untuk berfotosintesis. Dimana cahaya matahari yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk proses fotosintesis akan terhambat masuk ke dalam perairan oleh lapisan filem sehingga produktivitas fotosintesis mengalami penurunan yang mengakibatkan terganggunya keberadaan fitoplankton khususnya diatom. Menurut Nontji (2008), diatom ini merupakan jenis fitoplankton yang termasuk dalam kelas Bacillariophyceae yang paling umum dijumpai di laut yang berperan sebagai produsen primer yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi bahan organik dan sumber makanan bagi organisme lain.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan minyak, kelimpahan diatom dan melihat hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom (Bacillariophyceae) di perairan Desa Lalang. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat dijadikan informasi dan data dasar bagi penelitian selanjutnya sebagai rujukan dalam mengkaji tentang pencemaran lingkungan di Perairan Desa Lalang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2011 di sekitar perairan Desa Lalang Kabupaten Siak Propinsi Riau yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Analisis sampel kandungan minyak dan kelimpahan diatom dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Ekologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Bahan yang digunakan untuk analisis minyak adalah: sampel air laut, aquades, *chloroform* dan H_2SO_4 pekat. Alat yang digunakan antara lain: botol sampel, *ice box*, corong pisah, *glass wool*, neraca analitik, erlenmeyer, labu ukur, oven, desikator dan pipet ukur.

Bahan yang digunakan untuk analisis diatom adalah sampel air sebanyak 100 ml dan lugol 4%. Alat yang digunakan yaitu ember plastik dengan volume 5 liter, *plankton net* no. 25, botol sampel, mikroskop, *object glass*, *cover glass*, pipet tetes, dan aquades.

Alat-alat yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan adalah *thermometer* untuk mengukur suhu, *secchi disk* untuk mengukur kecerahan, pH indikator untuk mengukur pH air, DO meter untuk mengukur oksigen terlarut, *hand refractometer* untuk mengukur salinitas, dan *current drogue* untuk mengukur kecepatan arus.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan analisis laboratorium. Penentuan lokasi sampling dibagi atas 4 stasiun. Dalam 1 stasiun terdiri atas 5 titik sampling. Dimana penentuan stasiun dilakukan secara *purposive sampling* digunakan dalam penentuan stasiun dengan mempertimbangkan keempat stasiun tersebut berdasarkan kawasan yang ditentukan sebagai lokasi penelitian.

Pengambilan sampel minyak, sampel diatom dan pengukuran kualitas perairan dilakukan secara bersamaan di permukaan perairan (0-30 cm). Pada pengambilan sampel minyak digunakan botol sampel yang berukuran 1000 ml. Kemudian botol yang telah berisi sampel ditambahkan 2 tetes H_2SO_4 pekat. Lalu diberi label dan masukkan ke dalam *ice box* yang telah diberi es dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungannya (Pujianto dalam Evary, 2010).

Analisis kandungan minyak menggunakan ekstrak CCl_4 berdasarkan petunjuk *American Petroleum Institute* yang dikenal dengan metode API 1340 dalam Evary (2010). Dalam penelitian ini minyak yang diukur adalah total hidrokarbonnya. Prosedur kerja untuk mengetahui kandungan minyak berdasarkan metode API 1340 dalam Evary (2010), adalah sebagai berikut: setiap 1 liter sampel air tiap titik sampling dimasukkan ke dalam corong pisah. Kemudian diekstraksi dengan 25 ml CCl_4 sampai tiga kali dan setiap hasil ekstraksi ditampung dalam *erlenmeyer* dan disaring terlebih dahulu menggunakan *glass wool*. Setelah itu, hasil penyaringan diukur volumenya (C ml) dan hasil ekstraksi dipindahkan ke dalam labu (*colf*) yang terlebih dahulu sudah diketahui beratnya (dicuci bersih, dibilas dengan aquades dan dipanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu $105^\circ C$ dan didinginkan dalam

desikator kira-kira 1 jam), kemudian ditimbang (B gram). Setelah ditimbang , ekstrak tersebut dipanaskan pada suhu 90°C sampai CCl₄ menguap kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam. Setelah itu ditimbang pada ketelitian 4 desimal (A gram). Untuk menghitung jumlah kadar minyak digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Minyak} = (A-B) \text{ g} \times 75 \text{ ml} / (C \text{ ml} \times 1000) = \dots \text{ppm}$$

Dimana : A = Berat Labu Setelah Diuapkan (gram)

B = Berat Labu Kosong (gram)

C = Volume CCl₄ setelah diekstraksi (ml)

Pengambilan sampel diatom dilakukan di permukaan perairan pada waktu siang hari yaitu antara pukul 11.00-15.00 WIB. Prosedur kerja dalam pengambilan dan penanganan sampel diatom yaitu : 50 liter air sampel permukaan laut diambil dengan menggunakan ember plastik volume 5 liter. Selanjutnya disaring dengan *plankton net* no. 25. Hasil penyaringan tersebut dimasukkan ke dalam botol sampel sebanyak 100 ml yang kemudian ditetesi lugol 4% sebanyak 3-4 tetes dan diberi label sesuai dengan stasiunnya, kemudian dianalisis di laboratorium. Sampel diaduk rata kemudian diambil dengan menggunakan pipet tetes yang ditetaskan pada *object glass* dan ditutup dengan *cover glass* selanjutnya diamati dibawah mikroskop. Pengamatan diatom dilakukan dengan perbesaran 10x10 sebanyak 3x pengulangan dalam setiap sampel. Jenis diatom yang ditemukan diidentifikasi dengan berpedoman pada Yamaji (1966) dan Davis (1955). Jenis diatom yang dijumpai di dokumentasikan dan dimasukkan ke dalam tabel berdasarkan spesies dan dihitung kelimpahannya.

Penghitungan kelimpahan diatom dilakukan dengan merujuk pada rumus APHA (1995) sebagai berikut:

$$K = \frac{N \times C}{V_0 \times V_1}$$

Dimana:

K = Kelimpahan fitoplankton (ind/liter)

V₀ = Volume air yang disaring (50 L)

C = Volume air yang tersaring (100 ml)

V₁ = Volume 1 tetes pipet (0,01 ml)

N = Jumlah individu yang ditemukan (ind)

Hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom ditentukan dengan dilakukan uji regresi linier sederhana menurut Yamin dan Kurniawan (2009) dengan bantuan

Software Stastistical Package For Social Science (SPSS) versi 17.0. Lebih jelasnya dapat dilihat persamaan regresinya yaitu:

$$Y = a + bx$$

Dimana : Y = Kelimpahan diatom (ind/L)

x = Kandungan minyak (ppm)

a dan b = Konstanta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografis Desa Lalang terletak pada posisi 102°9'36" - 102°14'24" BT dan 0°57'36" - 1°2'24" LU. Desa Lalang terletak antara Pulau Sumatera dan Pulau Padang. Perairan Desa Lalang menerima pemasukan air dari Sungai Siak. Pada saat pasang, air bergerak dari arah selatan Pulau Padang menuju ke arah Sungai Siak dan pada saat surut aliran air laut bergerak sebaliknya. Kekuatan gelombang pada perairan Desa Lalang tergolong lemah. Hal ini disebabkan karena perairan ini terlindung oleh pulau-pulau seperti Pulau Padang dan pulau-pulau lain di sekitarnya sehingga menyebabkan perairan laut menjadi relatif tenang dan juga keadaan topografi dasar Desa Lalang yang menuju darat sebagian landai sehingga menyebabkan kecepatan rambat gelombang juga berkurang (Barus, 2010).

Minyak merupakan salah satu parameter penting dalam pendugaan pencemaran di perairan khususnya untuk wilayah yang berbatasan langsung dengan aktivitas manusia yang tinggi, seperti kawasan industri, pelabuhan, perkotaan, dan pemukiman. Nilai rata-rata kandungan minyak di perairan Desa Lalang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-rata Kandungan Minyak di Perairan Desa Lalang

Stasiun	Rata-rata (ppm)
1	0,269
2	0,471
3	0,615
4	0,575

Sumber : Data Primer

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata kandungan minyak di permukaan perairan tertinggi ditemukan pada stasiun 3 dengan nilai rata-rata (0,615 ppm) sedangkan terendah pada Stasiun 1 dengan nilai (0,269 ppm). Tingginya nilai rata-rata kandungan minyak pada Stasiun 3 diduga karena letaknya yang berada dekat dengan anjungan minyak milik PT. Kondur Petroleum. Kandungan minyak pada Stasiun 3 diperkirakan berasal dari kontaminasi mesin-mesin kilang yang dibawa oleh air pendingin. Sesuai dengan Bakker

(1976) yang menyatakan bahwa air limbah dari proses pengolahan minyak umumnya berasal dari air pendingin, sisa air pembersih peralatan kilang, pembuangan sisa-sisa minyak kesaluran air dan limpasan minyak pada saat turun hujan.

Jenis diatom yang didapatkan di perairan Desa Lalang 6 spesies yakni : *Chaetoceros cinctum*, *Coscinodiscus lineatus*, *Nitzschia seriata*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia alata* dan *Skeletonema costatum*. Berikut jenis diatom berdasarkan klasifikasinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Jenis Diatom yang Ditemukan di perairan Desa Lalang

Klasifikasi	Divisi	FAMILI	GENUS	SPESES
DIVISI	Bacillariophyta			
KELAS	Bacillariophyceae			
ORDO	Centrales	Coscinodiscaceae	Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus lineatus</i>
		Rhizosoleniaceae	Rhizosolenia	<i>Rhizosolenia alata</i>
		Thalassiosiraceae	Skeletonema	<i>Skeletonema costatum</i>
			Planktoniella	<i>Planktoniella sol</i>
		Pennales	Nitzschiaceae	Nitzschia

Sumber : *Data Primer*

Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan yang dikemukakan oleh Simatupang (2003) bahwa jenis diatom yang didapatkan di kawasan Pertamina UP II Dumai berkisar antara 5-6 spesies diatom. Selanjutnya nilai rata-rata kelimpahan diatom yang ditemukan di perairan Desa Lalang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Kelimpahan Diatom di Perairan Desa Lalang

Stasiun	Titik Sampling	Kelimpahan Diatom (ind/L)	Rata-rata (ind/L)
1	1	3200	3040
	2	2000	
	3	4000	
	4	2000	
	5	4000	
2	1	1600	2480
	2	2400	
	3	3200	
	4	3400	
	5	1800	
3	1	800	1280
	2	1000	
	3	1600	
	4	2200	
	5	800	
4	1	1000	1440
	2	800	
	3	600	
	4	2200	
	5	2600	

Sumber : *Data Primer*

Pada Tabel 3 terlihat rata-rata kelimpahan diatom yang ditemukan setiap stasiun di perairan Desa Lalang antara 1.280–3.040 ind/L dengan rata-rata tertinggi ditemukan di stasiun 1 (3.040 ind/L), sedangkan terendah pada Stasiun 3 (1.280 ind/L). Hal ini berbanding terbalik dengan kandungan minyak yang berada pada Tabel 1. Dimana nilai rata-rata tertinggi kandungan minyak terletak pada Stasiun 3 (0,615 ppm), sedangkan terendah di Stasiun 1 (0,269 ppm). Rendahnya kelimpahan diatom di perairan Desa Lalang yang berada di Stasiun 3 diduga disebabkan oleh kandungan minyak yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang lainnya.

Sedangkan untuk jenis dan kelimpahan diatom yang ditemukan di permukaan perairan Desa Lalang berdasarkan stasiun memiliki nilai bervariasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis dan Kelimpahan Diatom di Sekitar Perairan Desa Lalang Berdasarkan Stasiun

No	Jenis Diatom	Stasiun				Jumlah Kelimpahan (ind/L)
		I	II	III	IV	
1	<i>Chaetoceros cinctum</i>	640	480	240	320	1680
2	<i>Coscinodiscus lineatus</i>	240	200	160	160	760
3	<i>Nitzschia seriata</i>	1280	1040	280	400	3000
4	<i>Planktoniella sol</i>	200	200	160	160	720
5	<i>Rhizosolenia alata</i>	320	240	200	200	960
6	<i>Skeletonema costatum</i>	360	320	240	200	1120
Jumlah		3040	2480	1280	1440	8240

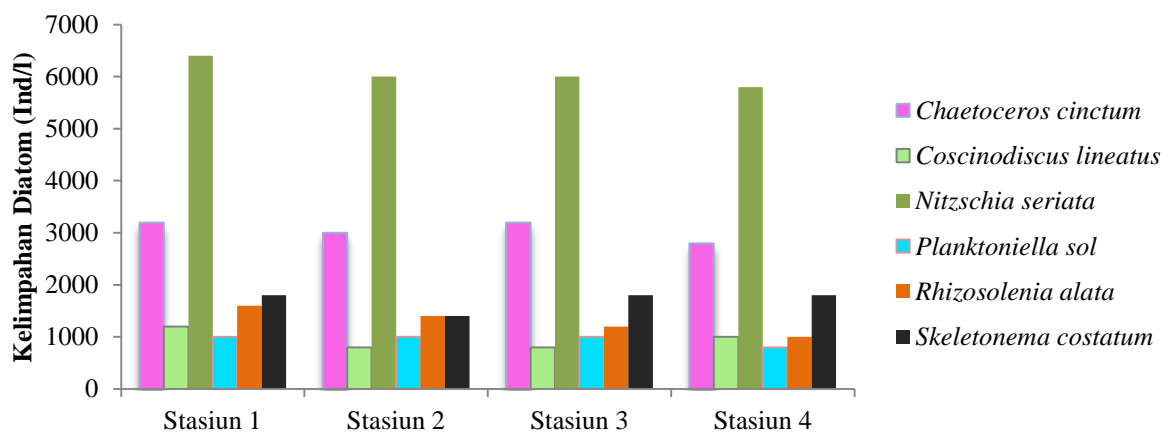
Sumber : Data Primer

Berdasarkan dari hasil pengidentifikasian diatom yang ditemukan di perairan Desa Lalang terdapat 6 spesies yang mana spesies *Nitzschia seriata* memiliki jumlah kelimpahan tertinggi (3.000 ind/L) sedangkan spesies *Planktoniella sol* memiliki jumlah diatom yang terendah (720 ind/L). Spesies *Nitzschia seriata* merupakan diatom yang mendominasi dari setiap stasiun pengamatan bahkan pada stasiun 3 yang memiliki kandungan minyak yang tertinggi. Spesies ini diduga memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan. Hal ini sesuai dengan Effendi (2000), plankton mempunyai respon yang berbeda-beda terhadap kondisi perairan khususnya unsur hara, sehingga jenis fitoplankton bervariasi dari satu tempat ke tempat yang lain.

Jumlah kelimpahan diatom setiap stasiun yang terdapat di perairan Desa Lalang adalah 8.240 ind/L. Jumlah kelimpahan diatom pada tiap pengamatan mengalami sedikit perbedaan antar stasiun diduga karena keadaan lingkungan sekitar stasiun akibat adanya tumpahan minyak yang memberikan pengaruh terhadap jumlah kelimpahan diatom.

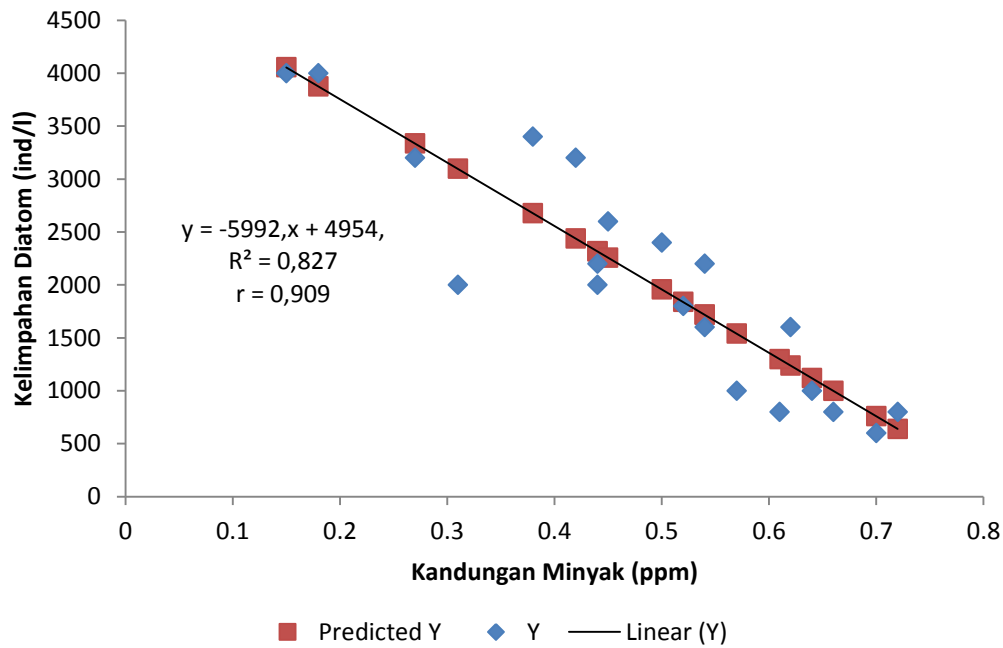
Kelimpahan diatom setiap stasiun memiliki hasil yang berbeda-beda. Sesuai dengan Amin dan Nurrachmi (1997) menjelaskan bahwa adanya perbedaan kelimpahan diatom pada masing-masing stasiun disebabkan oleh adanya kandungan minyak dan tidak tertutup kemungkinan oleh pengaruh lainnya seperti arus dan gelombang yang turut berperan dalam mendistribusikan keberadaan diatom di suatu perairan. Sedangkan pembagian perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton menurut Goldman *dalam* Hadi (2008) menyatakan bahwa perairan yang tingkat kesuburannya rendah mempunyai kelimpahan $<10^2$ ind/l, perairan yang tingkat kesuburannya sedang mempunyai kelimpahan fitoplankton 10^2 - 10^4 ind/l, perairan yang tingkat kesuburannya tinggi mempunyai kelimpahan fitoplankton 10^4 - 10^7 ind/l, perairan yang mempunyai kelimpahan fitoplankton lebih dari 10^7 ind/l maka fitoplankton yang terdapat di perairan tersebut dikatakan blooming.

Berdasarkan pengklasifikasian tersebut maka perairan Desa Lalang yang mempunyai kelimpahan rata-rata berkisar antara 1.280-3.040 ind/L merupakan perairan yang memiliki tingkat kesuburan yang sedang. Spesies diatom yang ditemukan di perairan Desa Lalang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Rata-rata Kelimpahan Diatom di Perairan Desa Lalang

Sedangkan untuk melihat hubungan antara kandungan minyak dengan kelimpahan diatom dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kandungan Minyak dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Desa Lalang

Berdasarkan Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom di perairan Desa Lalang memiliki hubungan yang menunjukkan persamaan matematis $y = -5992x + 4954$ dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,827 dan koefisien korelasi $r = 0,909$. Nilai (r) menyatakan hubungan yang negatif antara kandungan minyak dengan kelimpahan diatom, artinya dengan meningkatnya kandungan minyak maka kelimpahan diatom di perairan Desa Lalang akan menurun. Peningkatan kandungan minyak berpengaruh 90,5 % terhadap kelimpahan diatom. Sedangkan 9,5 % dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya seperti kualitas perairan. Hal ini akan berakibat buruk bagi kelangsungan perkembangbiakan diatom karena kurangnya intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Amin dan Nurrachmi (1997) menyatakan bahwa kandungan minyak di perairan Selat Rupaat berbanding terbalik dengan kelimpahan diatom, yang berarti dengan semakin meningkatnya kandungan minyak di perairan maka kelimpahan diatom akan semakin menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hubungan yang sangat kuat, antara kelimpahan diatom dengan kandungan minyak di perairan, yang dibuktikan dari uji regresi linier sederhana yang mempunyai hubungan negatif. Dimana semakin tinggi kandungan minyak maka kelimpahan diatom semakin rendah.

Jenis diatom yang teridentifikasi selama penelitian adalah *Chaetoceros cinctum*, *Coscinodiscus lineatus*, *Nitzschia seriata*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia alata*, dan *Skeletonema costatum*. Spesies diatom yang dominan ditemukan pada setiap stasiun di perairan Desa Lalang yaitu *Nitzschia seriata* (3.000 ind/L). Berdasarkan tingkat kesuburannya, kelimpahan diatom di daerah penelitian dikategorikan sebagai perairan yang tingkat kesuburannya sedang, dimana mempunyai kelimpahan fitoplankton $10^2 - 10^4$ ind/l.

Pada penelitian ini analisis yang dilakukan hanya pada permukaan perairan laut. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom di permukaan dasar perairan, dan mengetahui senyawa hidrokarbon minyak yang terkandung di sekitar Perairan Desa Lalang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala bentuk rasa syukur atas semua kenikmatan yang dilimpahkan Sang Pencipta Allah SWT kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan hasil penelitian ini tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Irvina Nurrachmi, M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Sofyan Husein S. M.Phill selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dan juga kepada rekan-rekan yang telah memberikan bantuan serta motivasi bagi penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA), 1995. Standard Methods for The Examination of Water and Waste Washington DC. 10-15 p.
- Amin, B. dan I. Nurrachmi, 1997. Kandungan Minyak dan Efeknya Terhadap Kelimpahan Diatom di Perairan Selat Rupat. Jurnal Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Riau Pekanbaru. 5 hal.
- Bakker, M. J., 1976. Marine Ecology and Oil Polution. Applied Science Publishers Ltd. The Institute of Petroleum, Great Britain. 89 p.
- Davis, C. C., 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press. Chicago. 562 p.
- Effendi. H., 2000. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

- Evary, L. V., 2010. Kandungan Minyak Pada Saat Pasang dan Surut Di Perairan Kawasan Industri Dumai. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Pekanbaru. 46 hal (tidak diterbitkan).
- Hadi, S. 2008. Analisis Kesuburan Daerah Front ditinjau dari Konsentrasi Nitrat dan Fosfat serta Keragaman Jenis Fitoplankton di Muara Sungai Mesjid Dumai Propinsi Riau. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 82 hal (tidak diterbitkan).
- Mukhtasor., 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. Edisi 1. PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 332 hal.
- Nontji, A., 2008. Plankton Laut. LIPI Press. Jakarta. 331 hal.
- Simatupang, M., B., 2003. Hubungan Kandungan Minyak Dengan Kelimpahan Diatom Di Perairan Sekitar Saluran Pembuangan (Outlet) Pertamina UP II Dumai. Skripsi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. 60 hal.
- Yamaji, I., 1976. Illustration of the Marine Plankton of Japan 8th ed. Hoikhusa Publissing Co. Ltd. Tokyo.563 p.
- Yamin, S, dan Kurniawan, H., 2009. SPSS Complete: Teknik Analisis Statistik Terlengkap Dengan Software SPSS. Salemba Infotek. Jakarta. 328 hal.