

DISTRIBUSI SPASIAL HIDROKARBON DAN KELIMPAHAN DIATOM DI PERAIRAN PANTAI SEKITAR KAWASAN INDUSTRI PERMINYAKAN

Spatial Distribution of Total Hydrocarbon and Diatom in the Coastal Water Adjacent to Oil Industry activities

Bintal Amin, Irvina Nurrachmi dan Finri S Damanik

*Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau
Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru 28293. E-mail: b_amin63@yahoo.com*

Abstract

A survey on the oil content and diatom abundance has been conducted in the coastal water adjacent to oil industry activities. Two locations (Sungai Pakning and Selat Lalang) with three stations each were selected for the sampling. Oil content analysis and identification of diatom were carried out in Marine Chemistry Laboratory and Marine Biology Laboratory, Fisheries Faculty, University of Riau. The result showed that all water quality parameters measured in the present study were still in the range of tolerable levels for the survival of marine organisms. The mean oil content varies from 0.35 to 0.37 ppm and diatom abundance ranged from 1433,33 – 1566,67 cel/l consisted of 10 species in Sungai Pakning whilst in Selat Lalang ranged from 0.34 to 0.54 ppm and diatom 1813,33 – 2200,00 cel/L with 7 species. Oil contents found at the stations closed to oil industry were generally higher than that at the station far from any oil-related activities. In both locations, the oil contents were measured to be higher during high tide compared to low tide. The increase of oil content in the waters was followed by the decrease in diatom abundance. Simple linear regression analyses indicates negative correlation between oil content and diatom abundance ($Y = 2620 - 3000X$; $r = 0,4878$ and $Y = 3546 - 5885X$; $r = 0,9110$ in Sungai Pakning and $Y = 3098 - 1947X$; $r = 0,7113$ and $Y = 2775 - 2152X$; $r = 0,3347$ in Selat Lalang respectively) during high and low tide.

Keywords: Pollution, hydrocarbon, diatom, oil industry

PENDAHULUAN

Perairan pantai merupakan kawasan yang banyak dimanfaatkan sebagai jalur transportasi maupun areal penangkapan ikan oleh nelayan. Disamping itu kawasan pesisirnya dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan seperti industri dan aktivitas antropogenik lainnya. Aktivitas yang beragam ini, termasuk industri perminyakan yang berada di pesisir dan pantai Sungai Pakning dan Selat Lalang, diduga besar pengaruhnya terhadap kehidupan mikroalga khususnya diatom. Diatom termasuk organisme renik yang sangat penting karena bertindak sebagai produser primer yang menyumbangkan material organik pada tingkat organisme yang lebih tinggi dan merupakan makanan alami larva.

Diatom (Bacillariophyceae) merupakan produser primer yang penting dalam rantai makanan sebagai salah satu sumber bahan makanan yang dapat langsung dimakan oleh ikan dan kelimpahannya tergantung kepada kondisi perairan dan jumlah nutrisi yang ada di suatu perairan (Sachlan, 1980).

Keberadaan industri perminyakan serta aktivitas kapal tanker dan kapal penumpang di perairan sekitarnya telah memberikan dampak positif yang nyata bagi

masyarakat di pesisir sekitarnya. Namun demikian dampak positif tersebut belum tentu berlaku bagi organisme perairan dan mungkin justru sebaliknya dimana organisme perairan mendapatkan dampak yang negatif. Penelitian terdahulu di Selat Rupat telah memberikan data terjadinya peningkatan konsentrasi hidrokarbon minyak di kolom air serta terjadi perubahan kelimpahan diatom (Amin dan Nurrachmi, 1997) sehingga dapat dikatakan bahwa kegiatan industri perminyakan dengan segala aktivitas yang berkaitan dengannya perlu mendapatkan perhatian dan usaha pengelolaan yang serius. Pihak berwenang dan pihak perusahaan harus dapat mencari solusi dalam hal penanganan limbahnya agar tidak terjadi pengrusakan wilayah perairan pantai yang pada gilirannya dapat mengganggu kelestarian lingkungan perairan. Disamping itu penelitian tersebut juga memberikan data penunjang tentang tingkat pencemaran oleh minyak dan pembuktian bahwa diatom dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran perairan yang terjadi sebagai akibat adanya aktivitas industri perminyakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan hidrokarbon minyak di kolom air di sekitar kawasan industri perminyakan, mengetahui perbedaan kelimpahan diatom sebagai akibat dari kegiatan industri perminyakan dan hubungan antara kandungan hidrokarbon minyak di kolom air dengan kelimpahan diatom di perairan sekitar industri perminyakan.

METODA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metoda survei terhadap dua lokasi yang masing-masing terdiri dari tiga stasiun yang ditetapkan berdasarkan kondisi perairan dan aktivitas antropogenik. Lokasi pengambilan sampel air laut untuk analisis kandungan minyak dan kelimpahan diatom tersebut adalah di sekitar Pertamina UP II Sungai Pakning dan platform minyak PT Kondur Petroleum SA di Selat Lalang.

Bahan dan alat yang digunakan untuk pengawetan diatom adalah formalin 4 %, ember plastik, plankton net no. 25, botol sampel volume 25 ml. Identifikasi diatom dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler, pipet tetes, objek glass dan cover glass. Identifikasi diatom merujuk pada Sachlan (1980) dan Yamaji (1976). Analisis kandungan minyak pada air laut dilakukan di laboratorium dengan ekstraksi CCl_4 berdasarkan metode API 1340 (*dalam* Sihombing, 1995).

Sampel diatom (Bacillariophyceae) diambil dengan menggunakan ember plastik sebanyak 10 liter pada kedalaman 30 cm dari permukaan air laut dan kemudian disaring dengan plankton net no. 25. Air yang disaring dituangkan ke botol sampel 25 ml kemudian diawetkan dengan formalin 4 %. Selanjutnya sampel tersebut dimasukkan dalam ice box dan dibawa ke laboratorium. Perhitungan kelimpahan diatom (Bacillariophyceae) dilakukan dengan dengan metode Lackey Drop Macrotransect Counting (LDMC) dari APHA *dalam* Yunus dan Asliyanti (1987).

Pengukuran parameter kualitas air pada masing-masing stasiun dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel air. Parameter lingkungan yang diukur meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, kedalaman, pH, salinitas, oksigen terlarut dan karbondioksida bebas. Data kandungan minyak dan kelimpahan diatom dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS versi 16 dan dibahas secara deskriptif. Perbandingan konsentrasi logam berat diantara kedua stasiun dilakukan dengan uji-t. Untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi hidrokarbon dengan kelimpahan diatom digunakan model regresi linier sederhana (Kinnear dan Grey, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter kualitas air

Hasil pengukuran parameter lingkungan perairan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi parameter fisika dan kimia yaitu suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), kecepatan arus dan kecerahan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1. Suhu di perairan sekitar Pertamina UP II Sungai Pakning dan Selat Lalang tidak menunjukkan perbedaan yang berarti dan masih berada dalam kisaran yang masih baik untuk mendukung kehidupan organisme laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Hutabarat dan Evans (1985) menjelaskan bahwa organisme akuatik masih layak untuk hidup pada suhu 25 – 32 °C.

Tabel 1. Kualitas perairan di lokasi penelitian

Lokasi	Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (ppm)	Kec. Arus (cm/dt)	Kecerahan (m)
Sungai Pakning	1	31	26	7,4	4,2	0,21	0,55
	2	30	27	7,6	4,1	0,20	0,53
	3	29	29	7,3	4,1	0,22	0,58
Selat Lalang	1	28	24	7	6	0,31	0,51
	2	31	24	7	6	0,31	0,52
	3	29	24	7	6	0,30	0,50

Hasil pengukuran rata-rata salinitas di perairan menunjukkan bahwa salinitas di Sungai Pakning lebih tinggi dibandingkan dengan salinitas di Selat Lalang. Perbedaan tersebut disebabkan oleh karena daerah ini banyak dipengaruhi oleh air tawar yang berasal dari limpasan air Sungai Siak dan anak-anak sungai. Kisaran pH di daerah penelitian ini masih mendukung kehidupan organisme akuatik, sesuai dengan pendapat Wardoyo (1975) dan Men-KLH (1988) bahwa untuk kehidupan organisme perairan secara wajar maka pH perairan berkisar antara 5,0 – 9,0.

Kandungan oksigen terlarut pada perairan Sungai Pakning relatif sama diantara ketiga stasiun, demikian juga di Selat Lalang. Namun demikian rata-rata kandungan oksigen di Selat Lalang lebih tinggi dibandingkan di Sungai Pakning yang kemungkinan disebabkan karena perairan Selat Lalang senantiasa bergerak serta relatif terbuka sehingga memungkinkan terjadinya pencampuran massa air permukaan. Kisaran kandungan oksigen terlarut di kedua perairan masih dalam kondisi baik sehingga dapat mendukung aktivitas dan kehidupan organisme di daerah tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Poernomo *et al.* (1982) bahwa kadar oksigen terlarut minimal 2,00 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan secara normal.

Rendahnya tingkat kecerahan di kedua perairan ini disebabkan karena banyaknya bahan-bahan tersuspensi di dekat pantai dan warna air Sungai Siak yang gelap serta dasar sedimen yang berlumpur yang memberikan pengaruh besar terhadap nilai kecerahan. Partikel-partikel tersebut menyerap cahaya matahari yang masuk ke kolom air sehingga daya penetrasinya berkurang. Rendahnya kecerahan di perairan di Sungai Pakning juga disebabkan karena banyaknya kapal-kapal yang melintas maupun berhenti untuk melakukan kegiatan pengisian minyak. Boyd (1982) menyatakan bahwa kecerahan 60 – 90 cm dianggap cukup baik untuk menunjang kehidupan ikan dan

organisme lainnya, namun apabila kecerahan kurang dari 50 cm dapat menimbulkan masalah bagi ketersediaan oksigen di dasar perairan.

Kandungan minyak

Hasil pengukuran kandungan minyak di perairan Sungai Pakning dan Selat Lalang pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1. Secara umum kandungan minyak pada saat pasang lebih tinggi daripada saat surut baik di perairan Sungai Pakning maupun di perairan Selat Lalang. Kandungan minyak di stasiun yang berada lebih dekat dengan Kilang Pertamina UP II Pakning dan platform minyak milik PT Kondur Petroleum SA di Selat Lalang juga lebih tinggi daripada stasiun yang lebih jauh dari kedua stasiun tersebut.

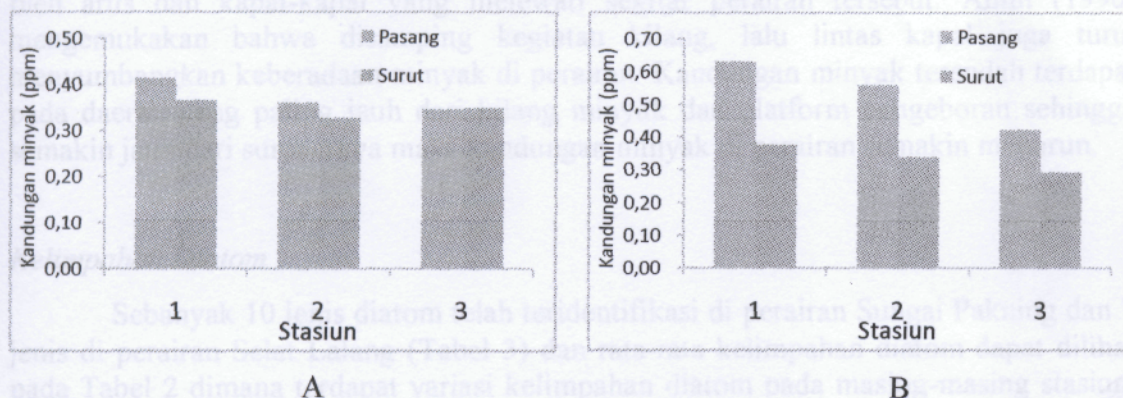
Tabel 2. Kandungan rata-rata minyak pada saat pasang dan surut dan kelimpahan diatom

Lokasi	Stasiun	Konsentrasi minyak (ppm)		Kelimpahan Diatom (sel/L)
		Pasang	Surut	
Sungai Pakning	1	0,41	0,37	1433,33
	2	0,36	0,33	1566,67
	3	0,35	0,35	1500,00
	Rerata	0,37	0,35	1500,00
Selat Lalang	1	0,63	0,38	1813,33
	2	0,56	0,34	2140,00
	3	0,42	0,29	2200,00
	Rerata	0,54	0,34	2051,11

Perbedaan kandungan minyak pada saat pasang dan surut diduga disebabkan oleh adanya arus pasang surut, yang mana pada saat pasang arus membawa minyak dari kawasan yang jauh dari pantai sedangkan minyak dari pinggir pantai masih berada di sekitar pantai sehingga terjadi penumpukan massa air yang mengandung minyak dan minyak terkonsentrasi di kawasan sampling tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Sembiring (1987) yang menyatakan bahwa penyebaran minyak di perairan bergerak sesuai dengan arus. Sementara menurut Straughan (*dalam* Wetzel *et al.*, 1980), pada dasarnya penyebaran minyak di laut ditentukan oleh beberapa faktor seperti arus, gelombang, angin, pasang surut dan morfologi garis pantai.

Lebih tingginya kandungan minyak pada stasiun yang dekat dengan Kilang Pertamina UP II Sungai Pakning dan Platform pengeboran minyak PT Kondur Petroleum SA (Stasiun 1) kemungkinan disebabkan adanya masukan dari kapal-kapal yang berada di sekitar lokasi tersebut. Di sekitar kawasan tersebut juga merupakan daerah pelabuhan, pemukiman penduduk dan bersandarnya kapal-kapal. Hamidy (1976) menjelaskan bahwa minyak yang tumpah di pelabuhan mencapai 0,01 % atau 100 barrel per hari untuk setiap 1 juta barrel yang dikapalkan. Dijelaskan juga bahwa terdapatnya

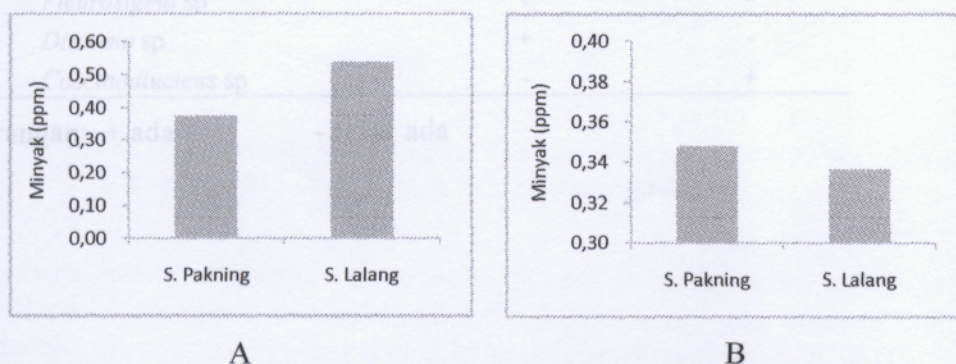
minyak di perairan sekitar pelabuhan disebabkan dari kesalahan mekanis, tertumpah sewaktu pemuatan dan pemunggahan serta sisa-sisa pemakaian.



Gambar 1. Kandungan minyak pada saat pasang dan surut berdasarkan stasiun di perairan Sungai Pakning (A) dan Selat Lalang (B)

Kandungan minyak pada stasiun di Sungai Pakning diduga juga berasal dari aktivitas mesin-mesin kilang yang dibawa oleh air pendingin. Hal ini sesuai dengan pendapat Bakker (1976) yang menyatakan bahwa air limbah dari proses pengolahan minyak umumnya berasal dari air pendingin, sisa dari air pembersih peralatan kilang, pembuangan sisa-sisa minyak ke saluran air, limpasan minyak pada saat turun hujan dan sisa air ballast kapal-kapal tanker, air dari pembuangan kapal ini mempunyai konsentrasi minyak yang cukup tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Amin (1996) di perairan Selat Rupert yang menyatakan bahwa kandungan minyak lebih tinggi ditemukan pada stasiun yang dekat dengan kilang minyak Pertamina UP II Dumai.

Apabila dibandingkan antara kandungan minyak di perairan Sungai Pakning dengan perairan Selat Lalang (Gambar 1) maka pada saat pasang kandungan minyak di perairan Selat Lalang lebih tinggi dan berbeda nyata secara statistik dari perairan Sungai Pakning ($p < 0,05$), sedangkan pada saat surut kandungan minyak di perairan Sungai Pakning lebih tinggi, namun secara statistik tidak berbeda nyata daripada di perairan Selat Lalang ($p > 0,05$).



Gambar 2. Kandungan minyak pada saat pasang (A) dan surut (B) berdasarkan lokasi penelitian

Kandungan minyak pada stasiun dekat kilang minyak dan platform pengeboran diduga juga disebabkan oleh masukan dari limbah kilang dan platform yang dibawa oleh arus dan kapal-kapal yang melewati sekitar perairan tersebut. Amin (1996) mengemukakan bahwa disamping kegiatan kilang, lalu lintas kapal juga turut menyumbangkan keberadaan minyak di perairan. Kandungan minyak terendah terdapat pada daerah yang paling jauh dari kilang minyak dan platform pengeboran sehingga semakin jauh dari sumbernya maka kandungan minyak di perairan semakin menurun.

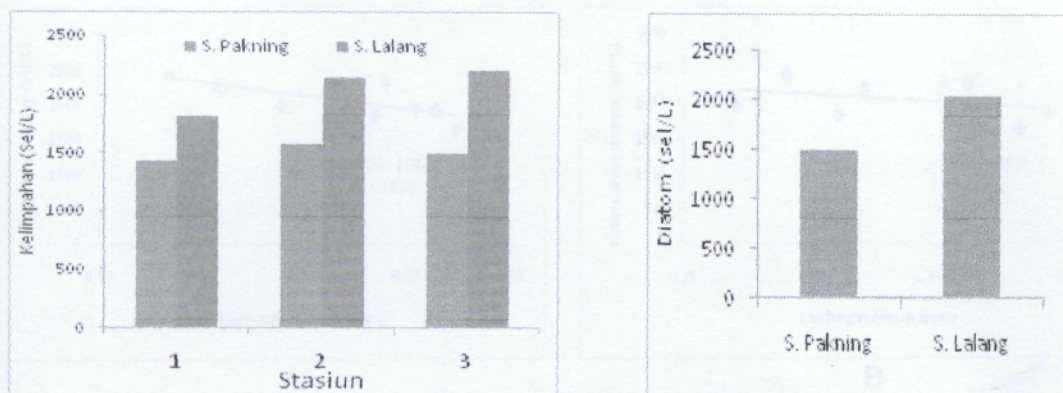
Kelimpahan Diatom

Sebanyak 10 jenis diatom telah teridentifikasi di perairan Sungai Pakning dan 7 jenis di perairan Selat Lalang (Tabel 3) dan rata-rata kelimpahan diatom dapat dilihat pada Tabel 2 dimana terdapat variasi kelimpahan diatom pada masing-masing stasiun. Rata-rata kelimpahan diatom berkisar 1433,33 – 1566,67 sel/L di perairan Sungai Pakning dan 1813,33 – 2200,00 sel/L di perairan Selat Lalang. Meskipun jumlah spesies yang dijumpai lebih banyak di perairan Sungai Pakning, namun kelimpahan diatom tersebut pada masing-masing stasiun lebih tinggi di perairan Selat Lalang (Gambar 3) dan secara statistik (uji-t) kelimpahan diatom pada kedua lokasi tersebut berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 3. Spesies diatom yang dijumpai di lokasi penelitian

No.	Nama spesies	Sungai Pakning	Selat Lalang
1	<i>Chaetoceros</i> sp	+	+
2	<i>Biddulphia</i> sp	+	-
3	<i>Aulacoseria</i> sp	+	-
4	<i>Skeletonema</i> sp	+	+
5	<i>Navicula</i> sp	+	+
6	<i>Rhizosolenia</i> sp	+	+
7	<i>Fragillaria</i> sp	+	+
8	<i>Nitzschia</i> sp	+	+
9	<i>Pleurosigma</i> sp	+	-
10	<i>Diatoma</i> sp	+	-
11	<i>Coscinodiscus</i> sp	-	+

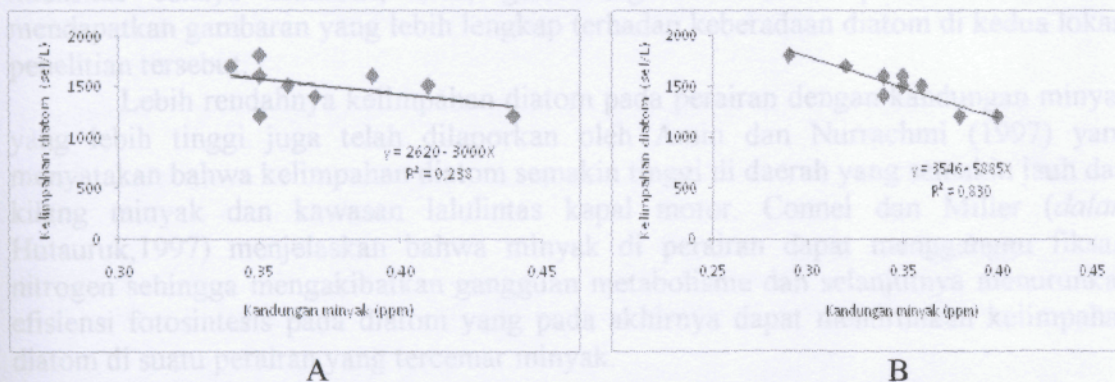
Keterangan: + ada - tidak ada



Gambar 3. Kelimpahan dan perbedaan total diatom di perairan Sungai Pakning dan Selat Lalang

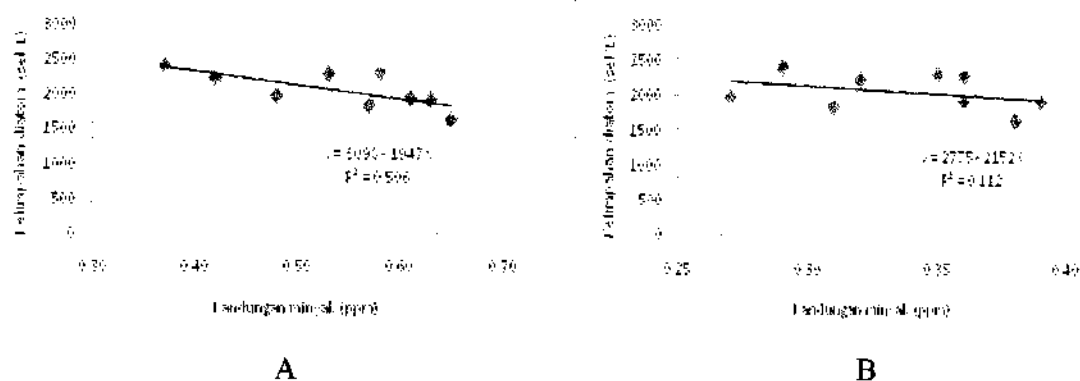
Hubungan Kandungan Minyak dengan Kelimpahan Diatom

Secara umum dapat dikatakan bahwa ada pengaruh kandungan minyak di perairan terhadap kelimpahan diatom dimana kelimpahan diatom akan menurun sejalan dengan peningkatan kandungan minyak. Hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom di perairan Sungai Pakning pada saat pasang ditunjukkan dengan persamaan: $Y = 2620 - 3000X$; $R^2 = 0,238$; $r = 0,4878$ sementara pada saat surut dengan persamaan $Y = 3546 - 5885X$; $R^2 = 0,830$; $r = 0,9110$ yang berarti hubungan antara kandungan minyak dengan kelimpahan diatom adalah sedang (saat pasang) dan kuat (pada saat surut) negatif dimana semakin tinggi kandungan minyak maka kelimpahan diatom semakin menurun (Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan antara Kandungan minyak dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Sungai Pakning pada Waktu Pasang (A) dan Surut (B)

Sebagaimana yang terjadi di perairan Sungai Pakning, hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom di perairan Selat Lalang juga menunjukkan pola yang sama dimana pada saat pasang ditunjukkan dengan persamaan: $Y = 3098 - 1947X$; $R^2 = 0,506$; $r = 0,7113$ sementara pada saat surut dengan persamaan $Y = 2775 - 2152X$; $R^2 = 0,112$; $r = 0,3347$ yang berarti hubungan antara kandungan minyak dengan kelimpahan diatom adalah sedang negatif dimana semakin tinggi kandungan minyak maka semakin menurun kelimpahan diatom di perairan tersebut (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan antara Kandungan minyak dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Selat Lalang pada Waktu Pasang (A) dan Surut (B)

Dengan melihat koefisien determinasi dan koefisien korelasi maka minyak memberikan pengaruh terhadap kelimpahan diatom sebesar 24 – 83 % di perairan Sungai Pakning dan 11 – 51 % di perairan Selat Lalang. Pengaruh kandungan minyak terhadap kelimpahan diatom lebih tinggi di perairan Sungai Pakning dibandingkan dengan Selat Lalang, yang diduga disebabkan sumber yang lebih banyak dan kondisi perairan yang lebih banyak menerima limbah dari aktivitas penduduk di kawasan pesisir dan aktivitas perkapalan di perairan tersebut. Hasil yang hampir sama dilaporkan oleh Manatar (2003) di perairan Dumai yang mendapatkan pengaruh kandungan minyak sebesar 63 – 78 % terhadap kelimpahan diatom. Perairan Dumai dan perairan Sungai Pakning sama-sama mendapatkan pengaruh dari aktivitas yang berkaitan dengan kilang minyak. Beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi kelimpahan diatom seperti intensitas cahaya matahari, arus, gelombang dan nutrisi perlu diteliti untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap terhadap keberadaan diatom di kedua lokasi penelitian tersebut.

Lebih rendahnya kelimpahan diatom pada perairan dengan kandungan minyak yang lebih tinggi juga telah dilaporkan oleh Amin dan Nurrachmi (1997) yang menyatakan bahwa kelimpahan diatom semakin tinggi di daerah yang semakin jauh dari kilang minyak dan kawasan lalu lintas kapal motor. Connel dan Miller (*dalam* Hutaaruk, 1997) menjelaskan bahwa minyak di perairan dapat mengganggu fiksasi nitrogen sehingga mengakibatkan gangguan metabolisme dan selanjutnya menurunkan efisiensi fotosintesis pada diatom yang pada akhirnya dapat menurunkan kelimpahan diatom di suatu perairan yang tercemar minyak.

KESIMPULAN

Secara umum kandungan minyak pada saat pasang lebih tinggi daripada saat surut baik di perairan Sungai Pakning (0,37 berbanding 0,35 ppm) maupun di perairan Selat Lalang (0,54 berbanding 0,34 ppm). Kandungan minyak di stasiun yang berada lebih dekat dengan Kilang Pertamina UP II Pakning dan platform minyak milik PT Kondur Petroleum SA di Selat Lalang juga lebih tinggi daripada stasiun yang lebih jauh dari keduanya. Sebanyak 10 jenis diatom telah teridentifikasi di perairan Sungai Pakning dan 7 jenis di perairan Selat Lalang dan rata-rata kelimpahan diatom terdapat variasi pada setiap stasiun. Rata-rata kelimpahan diatom selama penelitian berkisar 1433,33 –

1566,67 sel/L di perairan Sungai Pakning dan 1813,33 – 2200,00 sel/L di perairan Selat Lalang. Secara umum dapat dikatakan bahwa kelimpahan diatom menurun sejalan dengan peningkatan kandungan minyak. Keberadaan minyak di perairan dapat mengganggu fiksasi nitrogen dan gangguan metabolisme sehingga dapat menurunkan efisiensi fotosintesis pada diatom yang pada akhirnya dapat menurunkan kelimpahan diatom di suatu perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan teimakasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah memberikan bantuan dana pada penelitian berbasis laboratorium ini melalui DIPA Universitas Riau Tahun Anggaran 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, B., 1996. Studi tentang kondisi fisika-kimia perairan sekitar Dumai Marine Station, Selat Rupat dan Selat Malaka. Laporan Penelitian. Universitas Riau Pekanbaru. 56 Halaman.
- Amin, B., dan I. Nurrachmi, 1997. Kandungan minyak dan efeknya terhadap kelimpahan diatom di perairan Selat Rupat. Jurnal Penelitian Universitas Riau. 7 (2): 89 - 94.
- Bakker, M.J., 1976. Marine ecology and oil pollution. Applied Science Publishers Ltd. The Institute of Petroleum. Great Britain. 89p.
- Boyd, C.E., 1982. Water quality in warm water fish pond. Auburn University Agriculture Experiment. Alabama. 359p.
- Hamidy, R., 1976. Efek pencemaran minyak bumi di laut. Buletin Terubuk VI (2): 1-7.
- Hutabarat, S dan S.M Evans, 1985. Pengantar Oceanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159 Halaman.
- Hutauruk, R.W., 1997. Toksisitas minyak mentah (crude oil) Duri terhadap *Chlorella variegatus*. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Riau. 56 Halaman.
- Kinnear, P.R dan C.D Gray, 2000. SPSS for windows made simple. Psychology Press Ltd. Publishers. East Essex, UK. 416 p.
- Manatar, 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. 43 Halaman.
- Men. KLH., 1988. Surat Keputusan No. 02/Men-KLH/1988 tentang pedoman penetapan baku mutu lingkungan. Sekretariat Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta. 51 Halaman.
- Poernomo, M.A., Hanafi dan Natsir, 1982. Analisis Kualitas Air untuk Keperluan Perikanan. Makalah dalam Training Petugas Penyakit Ikan, 2 - 3 Desember. BPPP Jakarta. 19 Halaman.

- Sachlan, M., 1980. Planktonologi. Diktat Mata Kuliah Fakultas Perikanan IPB, Bogor. 192 Halaman.
- Sembiring, R., 1987. Simulasi lintasan tumpahan minyak di perairan Cilacap. *Dalam* Prosiding Seminar Laut Nasional II. LIPI Jakarta. Hal. 300-301.
- Sihombing, P., 1995. Pengaruh konsentrasi minyak terhadap jenis dan kelimpahan fitoplankton di muara Sungai Mesjid Desa Purnama Dumai. Skripsi Fakultas Perikanan Universitas Riau Pekanbaru. 78 Halaman.
- Wetzel, R., B. Gopel, R.E Turner dan D.F Whigham, 1980. Ecological Jaipur. International Scientific Publisher. Bombay. 89 Halaman.
- Yamaji, (1976). Illustration of the marine plankton of Japan. 8th Ed. Hoikusha Publishing Co. Ltd. Tokyo. 563p.
- Yunus, M. dan T. Asliyanti (1987). Inventarisasi plankton di permukaan perairan Tanjung Gondol Bali. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai I (3): 92 - 100.