

Analisis Total Kandungan Minyak dan Kelimpahan Diatom (Bacillariophyceae) Planktonik di Perairan Selat Lalang Desa Mengkapan Kabupaten Siak

Analisis of Total Oil Content and Planktonic Diatom (Bacillariophyceae) in the Waters of Lalang Strait, Mengkapan Village Siak Regency

Octavia Lorensa Br Sinaga^{1*}, Sofyan Husein Siregar¹, Syahril Nedi¹

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM. 12,5 Simpang Baru, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru 28293

*email: octavia.lorensa3455@student.unri.ac.id

Abstrak

Diterima
12 April 2022

Disetujui
13 Mei 2022

Pencemaran minyak di perairan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton khususnya diatom. Perairan Selat Lalang Desa Mengkapan dimanfaatkan sebagai jalur pelayaran internasional dan daerah industri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis total kandungan minyak, menghitung kelimpahan diatom planktonik, dan menjelaskan hubungan total kandungan minyak dengan kelimpahan diatom planktonik yang dilakukan di Perairan Selat Lalang Desa Mengkapan, Kabupaten Siak Provinsi Riau. Penelitian ini menggunakan metode survei. Penelitian dilakukan di 3 stasiun dengan karakteristik lokasi yang berbeda. Stasiun 1 berada di dekat Pelabuhan Tanjung Buton, stasiun 2 berada di kawasan ekowisata mangrove, dan stasiun 3 berada di pelabuhan nelayan dan dekat pemukiman. Hasil analisis kandungan minyak diperoleh nilai rata-rata yaitu 0,00016 ppm. Kandungan minyak tertinggi pada stasiun 3 yaitu 0,00035 ppm dan terendah pada stasiun 2 yaitu 0,00011 ppm. Hasil perhitungan kelimpahan diatom planktonik berkisar 5.014-22.062 sel/L. Kelimpahan tertinggi di stasiun 1 yaitu 17.716 sel/L dan terendah pada stasiun 2 yaitu 9.694 sel/L. Jumlah spesies diatom planktonik yang ditemui yaitu 21 spesies. Spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah spesies *Isthmia* sp. dan merupakan spesies yang ditemui di setiap stasiun penelitian. Hasil uji regresi linear sederhana, diperoleh persamaan $Y = 14,2644 + (-3802,27x)$. Koefisien determinasi (R^2)=0,002 menyatakan 0,2% kelimpahan diatom planktonik dipengaruhi oleh kandungan minyak dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya. Koefisien korelasi (r)=0,053, sehingga hubungan total kandungan minyak dengan kelimpahan diatom planktonik sangat lemah.

Kata Kunci: Bacillariophyceae, Minyak, Desa Mengkapan

Abstract

Oil pollution in the waters is one of the factors that affect the abundance of phytoplankton, especially the diatom. The waters of Lalang Strait, Mengkapan Village, are used as international shipping lanes and industrial areas. This study aims to analyze the total oil content, calculate the abundance of planktonic diatoms, and explain the relationship between the total oil content and the abundance of planktonic diatoms carried out in the Lalang Strait waters, Mengkapan Village, Siak Regency, Riau Province. This research uses survey method. Station 1 is near Tanjung Buton Port, station 2 is in the mangrove ecotourism area, and station 3 is in the fishing port and near the settlement. The result of oil content analysis obtained an average value of 0,00016 ppm. The

highest oil content at station 3 is 0,00035 ppm and the lowest at station 2 is 0,00011 ppm. The results of the calculation of the abundance of planktonic diatoms ranged from 5.014 to 22.062 cells/L. The highest abundance at station 1 was 17.716 cells/L. The lowest abundance was at station 2 which was 9.694 cells/L. Simple linear regression test result, obtained equation $Y = 14,2644 + (-3802,27x)$. The coefficient of determination (R^2) = 0,002 states 0,2 % of the abundance of planktonic diatoms is influenced by oil content and the rest is influenced by other environmental factors. Correlation coefficient (r) = 0,053, so the relationship of total oil content with the abundance of planktonic diatoms is very weak.

Keyword: Bacillariophyceae, Oil, Mengkapan Village

1. Pendahuluan

Desa Mengkapan merupakan salah satu desa di Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau. Desa ini berada di wilayah pesisir yang sering dikenal sebagai perairan Selat Lalang. Daerah ini merupakan daerah yang strategis karena letak perairannya dimanfaatkan sebagai jalur pelayaran internasional Selat Malaka, melalui pembangunan pelabuhan Tanjung Buton yang dibangun di wilayah administrasi Desa Mengkapan, dan perairan ini juga dimanfaatkan sebagai jalur transportasi umum antar pulau. Desa Mengkapan memiliki hutan mangrove yang dijadikan sebagai tempat ekowisata yang menambah daya tarik bagi desa tersebut. Selain itu terdapat pengeboran minyak lepas pantai di perairan Selat Lalang. Ramainya aktivitas, memberikan tekanan terhadap keberlangsungan ekosistem perairan di Desa Mengkapan. Salah satunya adalah tekanan akibat tumpahan minyak.

Pencemaran minyak dapat menyebabkan terjadinya gangguan langsung maupun tidak langsung terhadap biota di perairan. Secara langsung dapat menyebabkan kerusakan membran sel, oleh molekul-molekul hidrokarbon minyak menyebabkan cairan sel keluar dan meresap ke dalam sel tersebut. Secara tidak langsung mempengaruhi kehidupan organisme di perairan. Masukkan minyak ke dalam perairan menimbulkan lapisan *film* di permukaan perairan sehingga dapat mempengaruhi diatom (Hutagalung, 2010). Tahun 2019 terekam tumpahan minyak skala besar (>700 ton) di Amerika Utara pada bulan Mei, tumpahan terjadi karena tabrakan kapal. Tumpahan minyak skala sedang terjadi Asia Selatan yang terjadi akibat tabrakan kapal dan kapal tenggelam yang belum diketahui keadaannya.

Tingginya aktivitas manusia dapat menimbulkan penurunan kualitas perairan penyebab keseimbangan ekosistem terganggu seperti perindustrian, bongkar kapal di pelabuhan, serta aktivitas pelayaran di sekitar perairan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran laut oleh minyak bumi (Usman *et al.*, 2015). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menggambarkan kualitas air suatu wilayah dapat dilakukan dengan melihat kelimpahan diatom. Kelimpahan diatom dapat memberi gambaran dari kondisi suatu komunitas organisme tertentu yang dinyatakan dalam beberapa nilai indeks dan dapat menggambarkan kondisi suatu wilayah (Abida, 2010). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis total kandungan minyak, kelimpahan diatom planktonik dan hubungan total kandungan minyak dengan kelimpahan diatom planktonik. Pemantauan kondisi kesehatan perairan sangat penting dilakukan untuk pengambilan kebijakan pencegahan kerusakan perairan yang lebih besar. Pemantauan dapat dilakukan dengan mengetahui hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom (Bacillariophyceae) planktonik di Perairan Selat Lalang, Desa Mengkapan Kabupaten Siak.

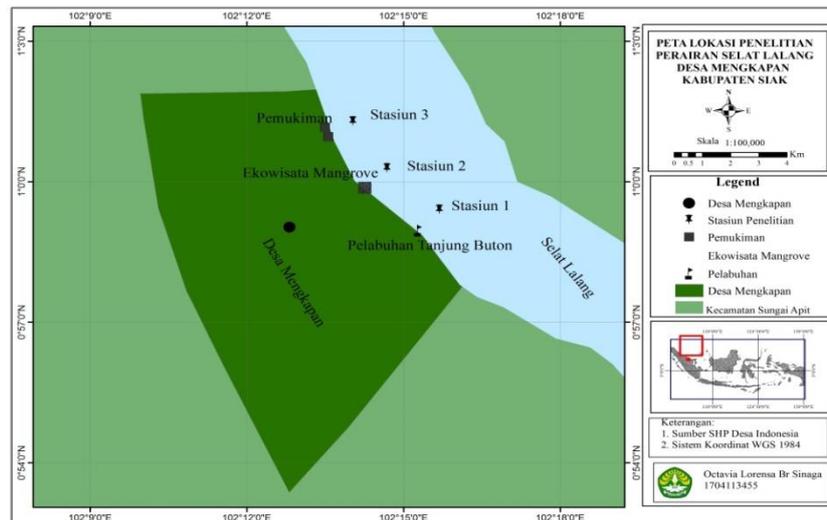
2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2021 di Perairan Selat Lalang Desa Mengkapan, Sungai Apit, Kabupaten Siak Provinsi Riau. Identifikasi diatom dilakukan di Laboratorium Biologi Laut dan analisis kandungan minyak dan Laboratorium Kimia Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Penentuan lokasi stasiun berdasarkan purposive sampling. Penentuan didasarkan atas tingkat aktivitas di perairan. Dimana stasiun 1 berada di Pelabuhan Tanjung Buton, Stasiun 2 berada di kawasan Ekowisata Mangrove, dan stasiun 3 berada di dekat Pelabuhan Nelayan dan pemukiman (Gambar 1).

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data primer secara langsung di lapangan, dan data sekunder dari studi literatur jurnal, buku, dan artikel.



Gambar 1. Lokasi Stasiun Penelitian

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Analisis Sampel Minyak

Pengambilan sampel minyak menggunakan centong aluminium dan air sampel dimasukkan ke dalam botol kaca sebanyak 1000 mL, dan ditetesi dengan 2 tetes H_2SO_4 pekat dan diberi label. Selanjutnya dimasukkan ke dalam ice box yang diberi es batu dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungannya (Nasution *et al.*, 2017). Analisis kandungan minyak menggunakan metode ekstraksi CCl_4 berdasarkan petunjuk American Petroleum Institute yang dikenal dengan metode (API 1240 *dalam* Nasution *et al.*, 2017). Sampel air sebanyak 1000 ml dimasukkan ke dalam corong pisah dan diekstrak dengan kloroform (CCl_4) 25 mL sampai 3 kali, dan setiap hasil ekstraksi ditampung dalam erlenmeyer. Hasil penyaringan diukur volumenya (C/mL). Hasil ekstraksi dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah dicuci bersih dan dibilas dengan aquades serta di oven selama 1 jam dengan suhu $105^{\circ}C$ lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit, lalu ditimbang dan diketahui beratnya (B g). Setelah ekstrak dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, di oven pada suhu $90^{\circ}C$ sampai kloroform pada Erlenmeyer menguap selama 30–60 menit. Selanjutnya ditimbang dengan ketelitian 4 desimal (A g) (Nasution *et al.*, 2017).

2.3.2. Analisis Sampel Diatom

Pengambilan sampel diatom dilakukan pada waktu siang hari yaitu antara pukul 11.00-12.00 WIB, karena diatom membutuhkan cahaya matahari optimal untuk melakukan fotosintesis (Hadi, 2005). Sampel air diambil menggunakan ember volume 10 L, air diambil sebanyak 100 L dan disaring menggunakan plankton net no. 25. Hasil Penyaringan dimasukkan ke dalam botol sampel 125 mL dan ditetesi dengan lugol 4% sebanyak 3-4 tetes lalu diberi label. Selanjutnya sampel yang telah diawetkan dimasukkan ke dalam *ice box* untuk diidentifikasi di laboratorium (Adriana, 2017). Pengamatan diatom planktonik di laboratorium menggunakan mikroskop Olympus CX 21 dengan perbesaran 10x10 menggunakan metode 12 lapang pandang. Kelimpahan dihitung menggunakan rumus APHA (1989), yaitu:

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

Keterangan:

- N = Jumlah diatom per liter (sel/L)
- T = Luas cover glass penutup ($25 \times 25 \text{ mm}^2$)
- L = Luas lapang pandang ($1,082 \text{ mm}^2$)
- P = Jumlah plankton yang tercacah
- p = Jumlah lapang pandang yang diamati (12 lapang pandang)
- V = Volume sampel yang tersaring (125 mL)
- v = Volume sampel dalam teramati (0,06 mL)
- w = Volume air yang disaring (100 L)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Desa Mengkapan masuk ke dalam administrasi Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Siak Provinsi Riau yang terletak pada koordinat geografisnya $102^{\circ}8'35''$ - $102^{\circ}17'39''$ BT dan $00^{\circ}48'41''$ - $00^{\circ}58'62''$ LU. Desa Mengkapan

luasnya $\pm 7627,7$ ha dengan ketinggian 3 meter di atas permukaan laut (Badan Pengelola KIB, 2006) Daerah ini merupakan dataran rendah dengan topografi pantai yang landai dan substrat dasar berlumpur. Vegetasi pesisir yang mendominasi wilayah ini adalah mangrove (Nasution *et al.*, 2016). Desa Mengkapan merupakan daerah yang strategis karena letak perairannya dimanfaatkan sebagai jalur pelayaran internasional Selat Malaka, melalui pembangunan Pelabuhan Tanjung Buton, dan juga jalur transportasi umum antar pulau. Selain itu terdapat pengeboran minyak lepas pantai di Perairan Mengkapan.

3.2. Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas air yang diamati meliputi parameter fisika perairan dan kimia perairan. Parameter fisika perairan terdiri dari suhu, kecerahan dan kecepatan arus. Sedangkan parameter kimia perairan terdiri dari pH, salinitas dan oksigen terlarut (DO). Berdasarkan hasil pengukuran fisika-kimia kondisi perairan masih dalam kondisi normal (Tabel 1 dan Tabel 2).

Tabel 1. Nilai Parameter Fisika di Perairan Selat Lalang

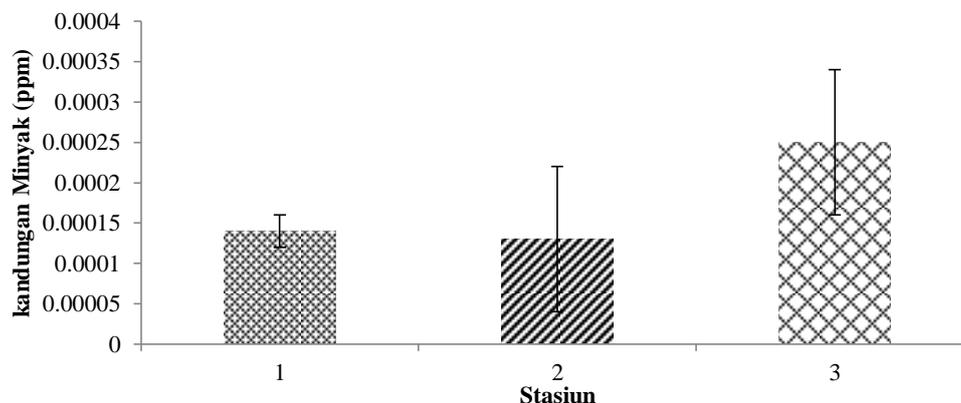
Stasiun	Titik Sampling	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kecerahan (m)	Kec. Arus /det)
1	1.1	30	0,36	0,45
	1.2	30	0,35	0,45
	1.3	30,2	0,36	0,45
2	2.1	32,9	0,46	0,28
	2.2	33	0,46	0,28
	2.3	33	0,46	0,28
3	3.1	32,3	0,43	0,46
	3.2	32,3	0,43	0,46
	3.3	32,3	0,43	0,46

Tabel 2. Nilai Parameter Kimia di Perairan Selat Lalang

Stasiun	Titik Sampling	pH	Salinitas (‰)	DO (mg/L)
1	1.1	7,4	30	3,6
	1.2	7,4	30	5,1
	1.3	7,4	30	5,1
2	2.1	7,4	30	4,3
	2.2	7,4	30	4,3
	2.3	7,4	30	4,3
3	3.1	7,3	25	4,3
	3.2	7,3	27	4,3
	3.3	7,4	27	5,1

3.3. Kandungan Minyak di Perairan Mengkapan

Sumber kandungan minyak di perairan bersumber dari berbagai aktivitas stakeholder meliputi pelaku industri yang berada di daratan, yang mengalirkan limbahnya melalui sungai dan bermuara ke laut, seperti pelaku industri migas dan pelaku transportasi kapal. Kandungan minyak yang didapatkan di perairan Selat Lalang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kandungan minyak pada air di setiap stasiun pengamatan

Kandungan minyak di Perairan Mengkapan diperoleh nilai rata-rata antara 0,0001–0,00035 ppm. Nilai rata-rata kandungan minyak stasiun 1 adalah 0,00014 \pm 0,00002 ppm, pada stasiun 2 yaitu 0,00013 \pm 0,00009 ppm sedangkan stasiun 3 yaitu 0,00025 \pm 0,00009 ppm. Berdasarkan Keputusan Pemerintah No 22 tahun 2021, yaitu 1 ppm, sehingga dengan jumlah kandungan minyak tersebut belum membahayakan biota perairan dan masih dapat ditolerir oleh organisme di perairan tersebut.

3.4. Klasifikasi dan Kelimpahan Diatom Planktonik di Perairan Selat Lalang

Effendi (2003) menyatakan bahwa diatom memiliki respons yang berbeda-beda terhadap kondisi perairan sehingga jenisnya bervariasi di berbagai tempat. Berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi ditemukan 21 spesies. Spesies diatom yang ditemui keberadaannya di setiap stasiun adalah spesies *Isthmia* sp dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Diatom Planktonik di Perairan Selat Lalang

No	Tipe	Ordo	Family	Spesies
1		Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	<i>Rhizosolenia</i> sp.
2		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.
3		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i> sp.
4		Chaetocerotanae	Chaetocerotaceae	<i>Bacteriastrium</i> sp.
5		Leptocylindrales	Leptocylindraceae	<i>Leptocylindrus</i> sp.
6		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i> sp.
7		Naviculales	Pleurosigmales	<i>Gyrosigma</i> sp.
8		Achnanthes	Achnanthes	<i>Achnanthes</i> sp.
9	Pennales	Naviculales	Pleurosigmales	<i>Pleurosigma</i> sp.
10		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.
11		Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis</i> sp.
12		Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i> sp.
13		Fragilariaceales	Fragillariaceae	<i>Cymbella</i> sp.
14		Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Amphipleura</i> sp.
15		Naviculales	Amphileuraceae	<i>Frustulia</i> sp.
16		Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Asterionella</i> sp.
17		Thalassiosirales	Skeletonemaceae	<i>Skeletonema</i> sp.
18		Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.
19	Centrales	Biddulphiales	Biddulphiaceae	<i>Isthmia</i> sp.
20		Thalassiosiraceae	Thalassiosirales	<i>Thalassiosira</i> sp.
21		Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Stephanodiscus</i> sp.

Fitri (2011) menjelaskan bahwa *Isthmia* sp adalah alga mikroskopik uniseluler yang memiliki kandungan silika pada dinding selnya (*frustule*). *Isthmia* sp. merupakan fitoplankton dengan kelimpahan tertinggi di perairan. Mikroalga ini diketahui memiliki tipe *heteromorphy*, yaitu perbedaan morfologi dalam satu spesies akibat respons terhadap perubahan lingkungan. Perubahan kondisi lingkungan pada kawasan mangrove diperkirakan dapat mempengaruhi morfologi diatom sebagai bentuk adaptasi *Isthmia* sp. terhadap perubahan kondisi habitat.

Rata-rata kelimpahan diatom planktonik di perairan berbeda-beda pada setiap stasiun pengamatan. Nilai ini dipengaruhi oleh kondisi parameter lingkungan yang berbeda dari stasiun lainnya. Aktivitas masyarakat yang terjadi sehari-hari, menghasilkan buangan limbah rumah tangga sehingga menambah masukan bahan organik dan anorganik ke dalam perairan yang juga menjadi salah satu faktor. Kelimpahan diatom berkisar antara 5.014–22.062 sel/L. Sementara nilai rata-rata kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan rata-rata kelimpahan 17.716 sel/L, sedangkan nilai kelimpahan terendah pada stasiun 2 dengan nilai kelimpahan rata-rata 9.694 sel/L.

3.5. Struktur Komunitas Diatom Planktonik

Indeks biologi yang diamati adalah keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D), indeks-indeks tersebut menggambarkan kekayaan jenis serta keseimbangan jumlah individu setiap jenisnya. Adapun nilainya ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Struktur Komunitas Diatom Planktonik

St	Sub Stasiun	Indeks Biologi					
		Indeks Keanekaragaman (H') / dan nilai rata-rata (H')		Indeks Dominansi (D) / dan nilai rata-rata (D)		Indeks Keseragaman (E) / dan nilai rata-rata (E)	
1	1.1	2,585	2,537	0,222	0,206	0,657	0,629
	1.2	2,681		0,165		0,682	
	1.3	2,345		0,230		0,549	
2	2.1	1,521	1,379	0,360	0,413	0,218	0,198
	2.2	1,322		0,438		0,189	
	2.3	1,295		0,443		0,186	
3	3.1	1,105	1,405	0,540	0,411	0,158	0,201
	3.2	1,539		0,355		0,221	
	3.3	1,571		0,340		0,225	

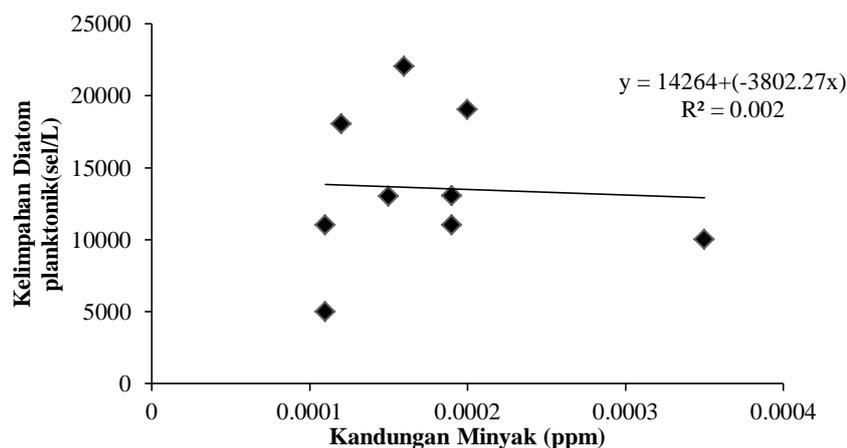
Nilai rata-rata indeks keanekaragaman berkisar 1,379-2,537 dan nilai indeks dominansi berkisar 0,206-0,413 serta nilai indeks keseragaman berkisar 0,198-0,629. Indeks keanekaragaman $1 \leq H' \leq 3$ menunjukkan nilai

keanekaragaman pada setiap stasiun penelitian tergolong keseimbangan biota sedang dan kualitas perairan tercemar sedang. Hal yang sama juga dijelaskan oleh Rudiyantri (2009) bahwa nilai keanekaragaman dengan kisaran 1-2 mengindikasikan perairan dalam kondisi perairan tercemar sedang. Hal ini didukung dengan nilai kondisi parameter perairan yang normal.

Apabila dilihat dari indeks keseragaman Pilou *dalam* Krebs (1989) dengan rentang nilai indeks keseragaman mendekati 1 ($>0,5$). Keseragaman pada stasiun 1 lebih tinggi dari 0,5 mengindikasikan bahwa penyebaran individu setiap jenis relative tidak merata, sedangkan nilai indeks keseragaman pada stasiun 2 di bawah 0,5 mengindikasikan bahwa penyebaran individu pada komunitasnya relatif merata. Indeks dominansi pada stasiun 1, 2, dan 3 adalah 0,206; 0,413; 0,411. Indeks dominansi menggambarkan ada atau tidaknya spesies yang mendominasi. Hasil perhitungan dengan nilai dominansi pada stasiun 1, 2, dan 3 mendekati nol maka dapat dijelaskan bahwa di perairan tersebut tidak terjadi dominansi

3.6. Hubungan Kandungan Minyak dengan Kelimpahan Diatom Planktonik

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai regresi linear sederhana didapatkan persamaan $Y=14.2644 - (3802.27x)$ dengan nilai $R^2 = 0,002$ dan koefisien korelasi $r = 0,053$ (Gambar 5). Berdasarkan pernyataan Razak, (1991) bahwa nilai korelasinya memiliki keamatan yaitu $0,00\pm 0,20$ hubungan sangat lemah. Maka hubungan kandungan minyak dengan kelimpahan diatom di perairan Selat Lalang Desa Mengkapan sangat lemah, dengan nilai yang negatif menggambarkan bahwa kandungan minyak yang tinggi akan menyebabkan penurunan pada kelimpahan diatom di perairan tersebut. Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui juga pengaruh kandungan minyak dan kelimpahan diatom sebesar 0,2% sementara 99,8% dipengaruhi oleh faktor lingkungan lainnya yaitu faktor fisika perairan (suhu, kecerahan, dan arus), kimia perairan (pH, oksigen terlarut, salinitas, nitrat dan fosfat) dan biologi perairan misalnya hutan mangrove. Dengan hal ini dapat disimpulkan bahwasanya kandungan minyak tidak banyak mempengaruhi kelimpahan diatom di perairan Selat Lalang Desa Mengkapan.



Gambar 3. Hubungan Kandungan Minyak dan Kelimpahan Diatom Planktonik

4. Kesimpulan

Kandungan minyak total di perairan Selat Lalang Desa Mengkapan berkisar 0,00011–0,00035 ppm. Kelimpahan diatom planktonik berkisar 5.014–22.062 sel/l. Kelimpahan spesies diatom tertinggi adalah spesies *Isthmia* sp. Hubungan kandungan minyak total pada air dengan kelimpahan diatom planktonik sangat lemah dan negatif ($r= 0,053$).

5. Saran

Perlu penelitian lebih lanjut terkait kandungan minyak Hidrokarbon, Nitrat dan Posfat, Silikat dengan kelimpahan diatom planktonik. Disarankan melakukan penelitian dengan menambah daerah pengamatan serta musim yang berbeda.

6. Referensi

- [APHA] American Public Health Association. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington DC.769p
- Abida, I.W. 2010. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*. 3(1): 36-40.

- Adriana, A., Thamrin, dan S.H. Siregar. 2017. Struktur komunitas Fitoplankton di Perairan Tanjung Balai Kota Kabupaten Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 22(2): 18-26
- Davis, C.C. 1995. *The Marine and Freshwater Plankton Associate Professor of Biology*. Western Reserve University. Michigan State University press. 561 p
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- Fitri, W.E. 2011. Jenis-Jenis dan Variasi Morfologi Diatom Pada Dua Kawasan Mangrove (Sungai Pisang, Kota Padang dan Air Bangis, pasaman Barat, Sumatera Barat). Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang.
- Hadi, A. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. 2010. Pengaruh Minyak Mineral Terhadap Organisme Laut. *Oseana*, XXV(1) : 13 – 27
- Nasution, N.A., Y.I. Siregar, dan I. Nurachmi. 2017. Hubungan Kandungan Minyak dengan Kelimpahan Diatom pada Strata Kedalaman di perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak. *Jurnal Online Mahasiswa*. 3(2): 1-11
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Razak, A. 1991. *Statistika Bidang Pendidikan*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau. Pekanbaru. 98 hlm.
- Usman, A., S. Nedi dan B. Amin. 2016. Analisis Kandungan Minyak dalam Air dan Sedimen di Perairan Pantai Rupert Utara dan Selatan. *Jurnal Online Mahasiswa*. 3(2): 180-188