

SEBARAN KONSENTRASI NITRAT, FOSFAT DAN KLOORIFIL-A DI PERAIRAN PANTAI SLAMARAN PEKALONGAN

Mada Raharjo, Muslim, Lilik Maslukah

Program Studi Oseanografi, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH Tembalang Tlp. / Fax. (024)7474698 Semarang 50275
Email : mada.raharjo@gmail.com

Abstrak

Pantai Slamaran merupakan suatu perairan yang banyak dimanfaatkan oleh aktivitas manusia seperti tempat pelelangan ikan, pemukiman penduduk dan pariwisata. Berbagai faktor tersebut akan mempengaruhi keseimbangan kondisi perairan Pantai Slamaran. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sebaran konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a di perairan Pantai Slamaran serta mengetahui hubungan klorofil-a dengan nitrat dan fosfat. Penelitian ini bersifat kuantitatif dan menggunakan metode purposive sampling. Pengambilan sampel dilakukan pada 12 stasiun dengan pertimbangan dapat mewakili wilayah muara sungai, dekat pantai, wilayah transisi dan laut lepas. Data yang diamati adalah konsentrasi nitrat, konsentrasi fosfat, konsentrasi klorofil-a, DO dan kecerahan serta pemodelan arus laut menggunakan software pengolah data numerik.. Pengolahan data menggunakan software pengolah data spasial sehingga menghasilkan output berupa sebaran konsentrasi spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a akan semakin kecil menuju ke arah laut. Konsentrasi nitrat berkisar 0,3325-0,6821 mg/l, konsentrasi fosfat berkisar 0,0590-0,3276 mg/l dan konsentrasi klorofil-a berkisar 0,1207-0,9522 µg/l. Hubungan antara klorofil-a dengan nitrat secara linier menunjukkan keeratan yang cukup tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,710, dan hubungan antara klorofil-a dengan fosfat sebesar 0,786. Pola sebaran konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a tidak mengikuti pola arus.

Kata Kunci: Nitrat, Fosfat, Klorofil-a, Sebaran, Pantai Slamaran

Abstrack

Slamaran coastal waters widely used by human activities such as fish auction, settlements and tourism. Many of these factors will affect the condition of Slamaran coastal waters. This research was conducted on April 2016. The aim of this research was to determine the distribution of nitrates, phosphates and chlorophyll-a concentration, and knowing the relationship of chlorophyll-a with nitrates and phosphates. This research was quantitative and used the purposive sampling method. Samples were taken at 12 stations were chosen to represent the estuary, near the beach, the transition region and the high seas. Observed data consist of nitrates, phosphate and chlorophyll-a concentration, dissolved oxygen, clarity and modelling of ocean currents using numeric model processing software. Processing data using spatial processing software so that resulting output of the spatial concentration distribution. The result of this research indicate that the concentration of nitrates, phosphates and chlorophyll-a would be smaller toward the sea. The concentration of nitrates range from 0.3325 to 0.6821 mg/l, phosphates concentration range from 0.0590 to 0.3276 mg/l and chlorophyll-a concentration range from 0.1207 to 0.9522 µg/l. The relationship between chlorophyll-a with nitrate linearly showed with a high correlation coefficient of 0.710, and the relationship between chlorophyll-a with phosphate at 0.786. The distribution pattern of the nitrate, phosphate and chlorophyll-a concentration did not follow the current pattern.

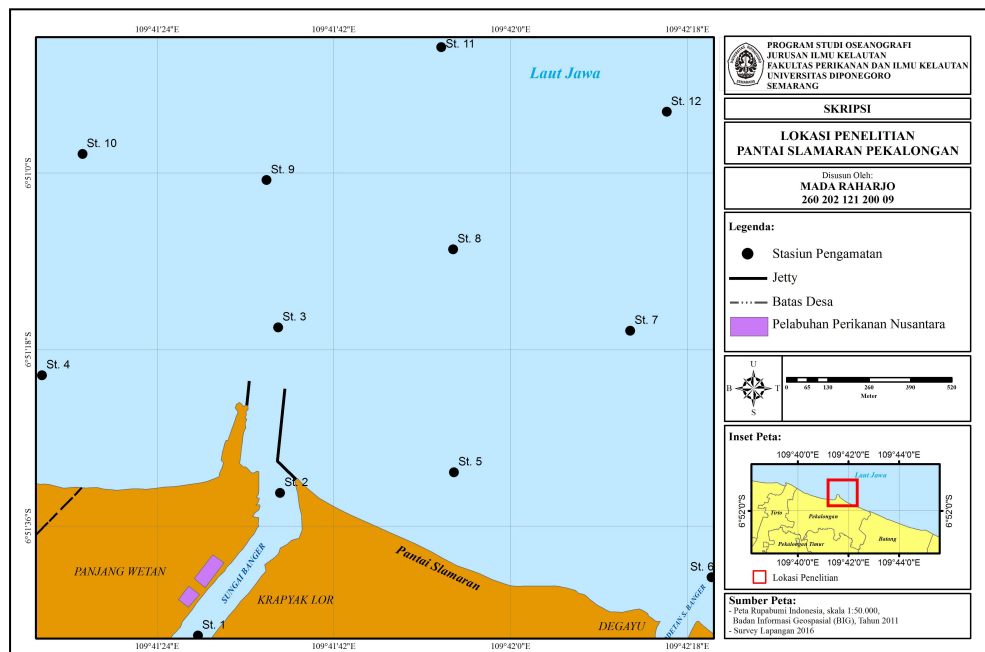
Keywords: Nitrates, Phosphates, Chlorophyll-a, Distribution, Slamaran Waters

1. Pendahuluan

Kota Pekalongan terletak pada posisi antara $6^{\circ}50'42''\text{LS} - 6^{\circ}55'44''\text{LS}$ dan $109^{\circ}37'55''\text{BT} - 109^{\circ}42'19''\text{BT}$, dengan luas wilayah 4.525 Ha dan memiliki panjang garis pantai $\pm 6,15\text{ Km}$ (Pemkot Pekalongan, 2009). Kota Pekalongan memiliki Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (PPNP) yang berada di kawasan pantai Slamaran. PPNP merupakan pelabuhan kapal penangkap ikan yang berasal dari dalam maupun luar kota. Pelabuhan tersebut memanfaatkan muara Sungai Banger yang sebagai tempat bersandar kapal dan diduga sebagai tempat pembuangan limbah pengolahan ikan. Limbah domestik dari wilayah pemukiman penduduk dan kegiatan industri di Kota Pekalongan dialirkan melalui sungai, kanal maupun selokan menuju muara sungai Banger. Pengaruh arus laut kemudian menyebabkan limbah tersebut menyebar ke perairan Pantai Slamaran. Hal ini menyebabkan pantai Slamaran memiliki potensi lebih tinggi terjadi pencemaran dibandingkan dengan pantai lain yang berada di Kota Pekalongan.

Makro nutrien berupa fosfor (P) dan nitrogen (N) menjadi faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, karena berperan penting dalam pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis. Menurut Muchtar (2012), kadar nutrien di lingkungan perairan juga dapat digunakan untuk menentukan kelayakan kehidupan biota laut.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji sebaran konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a secara horizontal serta hubungan konsentrasi klorofil-a dengan konsentrasi nitrat dan fosfat di perairan Pantai Slamaran Pekalongan pada bulan April 2016. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan berupa data konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a di perairan Pantai Slamaran, Pekalongan. Sedangkan data-data lain yang digunakan meliputi Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000 dari Badan Informasi Geospasial, Peta Bathimetri Pekalongan skala 1:50.000 dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan dan data pasang surut perairan Pekalongan tahun 2015 dari Badan Informasi Geospasial.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan metode penelitian menggunakan data berupa angka-angka yang bersifat sistematis dan menggunakan analisis statistik (Sugiyono, 2011). Penentuan lokasi penelitian ditetapkan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dengan metode purposive sampling. Metode purposive sampling adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu.

Metode Pengambilan Sampel Air

Sampel air laut diambil pada lapisan permukaan dengan menggunakan ember. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam botol *polietilen* 1000 ml dan disimpan ke dalam pendingin (*cool box*).

Analisis Nitrat

Data mengenai konsentrasi nitrat dalam penelitian ini menggunakan metode reduksi cadmium dengan pembacaan absorbansi menggunakan spektrofotometer yang didasarkan pada reduksi nitrat menjadi nitrit kemudian dianalisis menggunakan UV-Vis spektrofotometri dengan panjang gelombang 543 nm.

Analisis Fosfat

Metode ini menggunakan prinsip dalam suasana asam, ammonium molibdate dan potassium antimoniltartat bereaksi dengan ortofosfat membentuk senyawa asam fosfomolibdate kemudian direduksi oleh asam askorbit menjadi kompleks biru molibdenum. Nilai absorbansi diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 885 nm.

Analisis Klorofil-a

Analisis klorofil-a menggunakan sampel kertas Whatman Millpore Filter jenis HAWP ukuran pori 0,42 μm . Selama proses penyaringan diberikan 2-3 tetes MgCO_3 untuk ekstraksi kandungan klorofil-a, selanjutnya kertas saring dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan larutan aseton 90% sebanyak 10 ml. Setelah itu diamkan di dalam lemari pendingin selama 24 jam. Selanjutnya, sampel disentrifuse selama 10-15 menit dengan kecepatan 1000 rpm. Setelah proses sentrifuse tuang ke dalam kuvet kaca untuk dibaca nilai absorbansi dengan panjang gelombang 665 nm, 645 nm, 630 nm menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Setelah proses sentrifuse, tuang ke dalam kuvet untuk dihitung nilai penyerapan absorbansi. Konsentrasi klorofil-a fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Chl-a} = 11,6 E_{665} - 1,31 E_{645} - 0,14E_{630} \mu\text{g/m}$$

Keterangan:

Chl-a = kandungan Klorofil-a

E = penyerapan pada panjang gelombang yang bersangkutan

Untuk menghitung kadar klorofil pada sampel air laut dalam satuan mg/m^3 (setara dengan $\mu\text{g/l}$), maka nilai di atas dikalikan dengan faktor (k) berdasarkan jumlah sampel air yang disaring dengan rumus:

$$k = \frac{V_a}{V_s \times d}$$

Keterangan:

V_a = volume ekstrak (ml)

V_s = volume air laut yang disaring (l)

d = lebar kuvet, *path length* (cm)

Analisis Keterkaitan Konsentrasi Klorofil-a dengan Konsentrasi Nitrat dan Fosfat

Analisis keterkaitan konsentrasi klorofil-a dengan konsentrasi nitrat dan fosfat menggunakan metode korelasi Pearson Produk Momen (PPM). Analisis korelasi menggunakan *software SPSS 18*. Perhitungan nilai r menggunakan rumus sebagai berikut (Usman dan Akbar, 2003):

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2] [n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Model Arus

Pemodelan arus pasut menggunakan *software MIKE 21* disajikan dalam bentuk peta model arus pada saat pengambilan sampel. Peta tersebut akan memperlihatkan bagaimana peranan arus terhadap pola sebaran konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a pada dua kondisi yang berbeda yaitu kondisi pasang dan kondisi surut.

Verifikasi Model Arus

Verifikasi pola arus dilakukan dengan membandingkan pola arus hasil model dengan pola arus hasil pengukuran lapangan. Perhitungan terhadap besar kesalahan yang terjadi dari setiap data menggunakan uji statistik maupun perhitungan. Besar kesalahan yang terjadi dihitung dengan mencari nilai MRE (*Mean Relative Error*). Perhitungan untuk mencari nilai tersebut adalah (Sugiyono, 2011):

$$RE = \frac{|X-C|}{X} \times 100\%$$

$$MRE = \sum_{i=1}^n \frac{RE}{n}$$

Keterangan:

RE = *Relatif Error* (Kesalahan Relatif)

MRE = *Mean Relatif Error* (Rata – Rata Kesalahan Relatif)

C = Data Hasil Simulasi

X = Data Lapangan

n = Jumlah Data

3. Hasil dan Pembahasan Sebaran Nitrat

Hasil penelitian konsentrasi nitrat di perairan pantai Slamaran berkisar 0,3325 - 0,6821 mg/l. Hasil nilai konsentrasi nitrat yang diperoleh pada penelitian ini selengkapnya disajikan dalam Tabel 1.

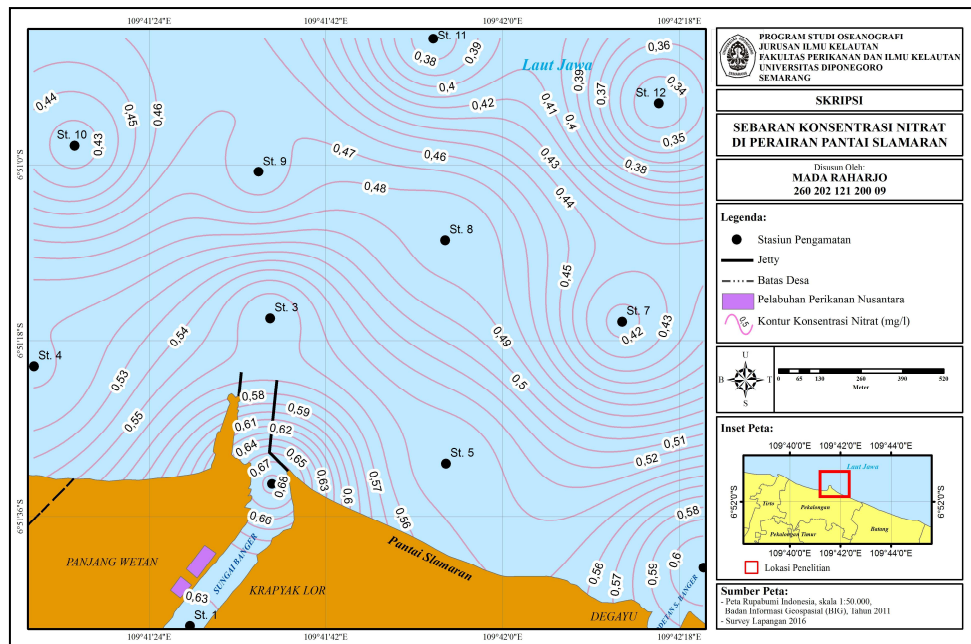
Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Nitrat (mg/l) Pada Kondisi Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan

No	Nama Stasiun	Konsentrasi Nitrat (mg/l)
1	Stasiun 1	0,6821
2	Stasiun 2	0,6354
3	Stasiun 3	0,5675
4	Stasiun 4	0,5089
5	Stasiun 5	0,5475
6	Stasiun 6	0,6076
7	Stasiun 7	0,4175
8	Stasiun 8	0,4880
9	Stasiun 9	0,4659
10	Stasiun 10	0,4257
11	Stasiun 11	0,3750
12	Stasiun 12	0,3325

Berdasarkan Tabel 1, kandungan nitrat tertinggi berada di stasiun 1 sebesar 0,6821 mg/l. Stasiun 1 berada di daerah muara Sungai Banger (Gambar 1). Tingginya kandungan nitrat pada stasiun 1 dapat dikarenakan masukan limbah organik ke sungai dari daratan seperti kegiatan pengolahan ikan di kawasan PPNP serta pemukiman. Hal ini diperkuat oleh pendapat Millero dan Sohn (1992), yang menyatakan bahwa konsentrasi nitrat di daerah pesisir lebih tinggi karena adanya *run off* dari sungai.

Kandungan nitrat terendah terdapat pada stasiun 12 sebesar 0,3325 mg/l (Tabel 1). Stasiun 12 berada di daerah laut lepas (Gambar 1). Rendahnya konsentrasi nitrat pada stasiun 12 disebabkan lokasi yang berada jauh dari muara sungai Banger sebagai sumber nitrat ke perairan laut (Gambar 2). Sesuai dengan pendapat Hutagalung dan Rozak (1997) yang menyatakan bahwa kadar nitrat akan semakin rendah apabila semakin jauh dari pantai.

Berdasarkan keputusan MENLH No. 51 Tahun 2004, disebutkan bahwa baku mutu konsentrasi nitrat air laut yang layak untuk kehidupan biota laut adalah 0,008 mg/l. Berdasarkan baku mutu tersebut, konsentrasi nitrat dalam penelitian ini jauh lebih tinggi atau berada di atas baku mutu. Fakta ini ditemukan di seluruh stasiun pengamatan baik di daerah muara sungai maupun daerah laut lepas. Data ini mengindikasikan bahwa perairan Pantai Slamaran telah mengalami pengkayaan nitrogen atau nitrat yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat Kota Pekalongan yang banyak membuang limbah mengandung nitrat ke sungai Banger.



Gambar 2. Peta Sebaran Konsentrasi Nitrat di Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan

Sebaran Fosfat

Hasil penelitian konsentrasi fosfat anorganik terlarut di perairan Pantai Slamaran berkisar 0,0590 - 0,3276 mg/l. Konsentrasi fosfat tertinggi terdapat pada stasiun 2 sebesar 0,3276 mg/l dan konsentrasi terendah terdapat pada stasiun 12 sebesar 0,0590 mg/l. Rata-rata nilai konsentrasi fosfat adalah 0,1994 mg/l. Hasil nilai konsentrasi fosfat yang diperoleh pada penelitian ini selengkapnya disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Konsentrasi Fosfat di Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan

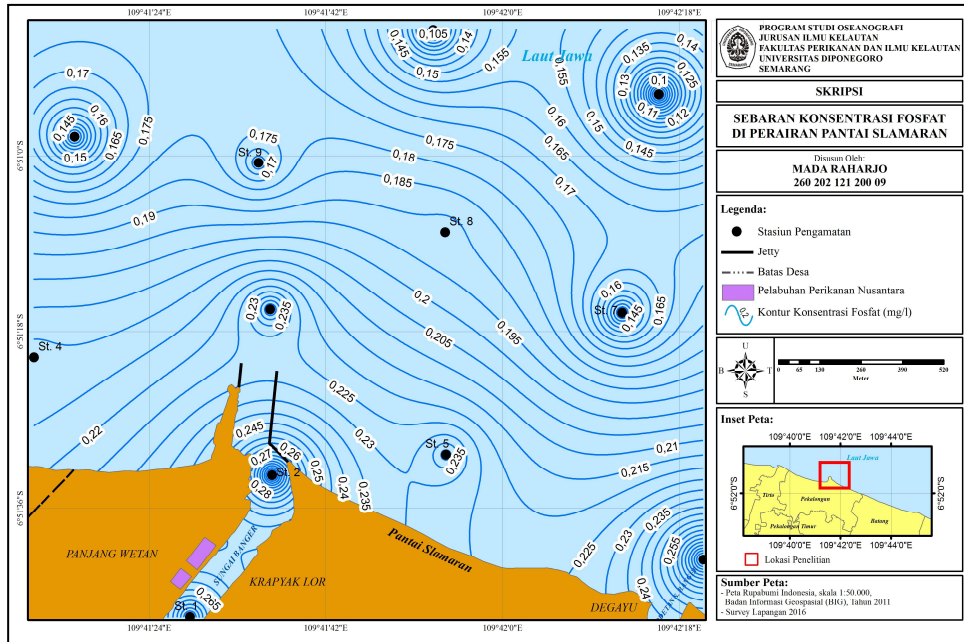
No	Nama Stasiun	Konsentrasi Fosfat (mg/l)
1	Stasiun 1	0,3025
2	Stasiun 2	0,3276
3	Stasiun 3	0,2561
4	Stasiun 4	0,2128
5	Stasiun 5	0,2452
6	Stasiun 6	0,3128
7	Stasiun 7	0,1219
8	Stasiun 8	0,1935
9	Stasiun 9	0,1570
10	Stasiun 10	0,1150
11	Stasiun 11	0,0895
12	Stasiun 12	0,0590

Konsentrasi fosfat tertinggi berada pada stasiun 2 sebesar 0,3276 mg/l (Tabel 2). Lokasi stasiun 2 berada di daerah muara Sungai Banger (Gambar 1). Tingginya konsentrasi fosfat di stasiun 2 diduga karena banyaknya pasokan limbah pertanian dan pemukiman penduduk menuju Sungai Banger. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Ulqodry *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa sungai merupakan salah satu media pembawa hanyutan-hanyutan sampah maupun sumber fosfat dari daratan, sehingga akan mengakibatkan konsentrasi fosfat pada muara sungai lebih besar daripada daerah sekitarnya. Tingginya konsentrasi fosfat pada stasiun 2 juga disebabkan oleh proses pengadukan yang didominasi oleh aktifitas nelayan yang ada di daerah muara sungai Banger. Sesuai dengan pendapat Eidman dan Koesobiono (1998), yang menyatakan bahwa tingginya kandungan nutrisi di permukaan dapat terjadi akibat adanya pengadukan dasar perairan yang kuat, sehingga nutrisi yang berada di dasar perairan terangkat ke lapisan permukaan.

Kandungan fosfat terendah terdapat pada stasiun 12 yakni sebesar 0,0590 mg/l (Tabel 2). Stasiun 12 berada di daerah laut lepas (Gambar 1). Rendahnya konsentrasi fosfat pada stasiun 12 disebabkan lokasi yang berada jauh dari muara sungai Banger sebagai sumber fosfat ke perairan laut (Gambar 3).

Selain itu, proses pengadukan pada stasiun 12 juga sudah sangat minim, sehingga fosfat yang berada pada sedimen sulit terangkat ke permukaan. Seperti pendapat Reichelt dan Jones (1994), yang menyatakan bahwa dengan adanya pengadukan menyebabkan nutrisi terlepas dari sedimen ke kolom perairan.

Berdasarkan keputusan MENLH No. 51 Tahun 2004, disebutkan bahwa baku mutu konsentrasi fosfat air laut yang layak untuk kehidupan biota laut adalah 0,015 mg/l. Berdasarkan baku mutu tersebut, konsentrasi fosfat dalam penelitian ini jauh lebih tinggi atau berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan. Fakta ini ditemukan di seluruh stasiun pengamatan baik di daerah muara sungai maupun daerah laut lepas. Data ini mengindikasikan bahwa perairan Pantai Slambaran telah mengalami pengkayaan fosfat yang disebabkan oleh aktivitas masyarakat Kota Pekalongan yang banyak membuang limbah mengandung fosfat ke sungai Banger.



Gambar 3. Peta Sebaran Konsentrasi Fosfat di Perairan Pantai Slambaran, Pekalongan

Sebaran Klorofil-a

Hasil penelitian konsentrasi klorofil-a di perairan Pantai Slambaran berkisar 0,1207-0,9522 µg/l. Hasil analisis dan perhitungan konsentrasi klorofil-a secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Pantai Slambaran, Pekalongan

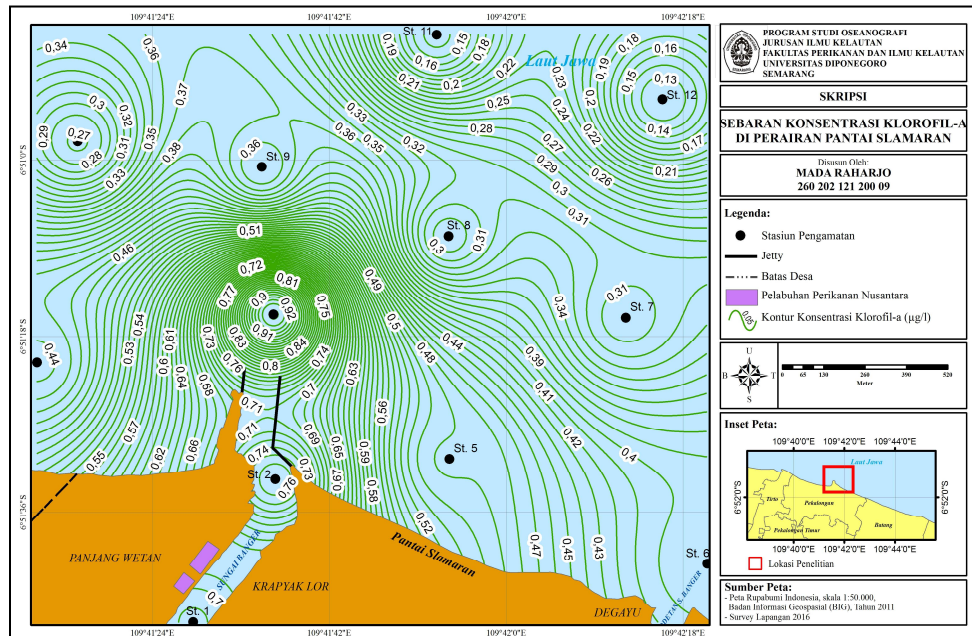
No	Nama Stasiun	Konsentrasi Klorofil-a (µg/l)
1	Stasiun 1	0,7124
2	Stasiun 2	0,7676
3	Stasiun 3	0,9522
4	Stasiun 4	0,4363
5	Stasiun 5	0,4881
6	Stasiun 6	0,3921
7	Stasiun 7	0,3038
8	Stasiun 8	0,2935
9	Stasiun 9	0,3504
10	Stasiun 10	0,2679
11	Stasiun 11	0,1356
12	Stasiun 12	0,1207

Berdasarkan data pengukuran konsentrasi klorofil-a di perairan Pantai Slambaran, kandungan klorofil-a dengan nitrat dan fosfat memiliki nilai korelasi yang tergolong cukup tinggi. Sesuai dengan pernyataan Hendrarto *et al.*, (2014) yang menyatakan, bahwa konsentrasi klorofil-a secara linier menunjukkan keeratan yang tinggi dengan konsentrasi nitrat dan fosfat.

Konsentrasi klorofil tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar 0,9522 µg/l (Tabel 3). Lokasi stasiun 3 berada di muara Sungai Banger yang langsung berhubungan dengan laut (Gambar 1). Tingginya

konsentrasi klorofil-a di stasiun 3 diduga karena tingginya nutrisi pada stasiun tersebut (Tabel 1 dan Tabel 2). Odum (2000) menyatakan, bahwa nitrat yang terbentuk akan dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis, sementara fosfat sangat diperlukan dalam proses transfer energi (Sumawidjaja, 1973). Selain itu, tingkat kecerahan pada stasiun 3 juga tergolong tinggi sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik. Zulhaniarta *et al.*, (2014) menyatakan, bahwa semakin tinggi kecerahan maka semakin tinggi produktivitas primer perairan. Tingginya konsentrasi klorofil-a pada stasiun 3 menyebabkan nilai DO juga tinggi.

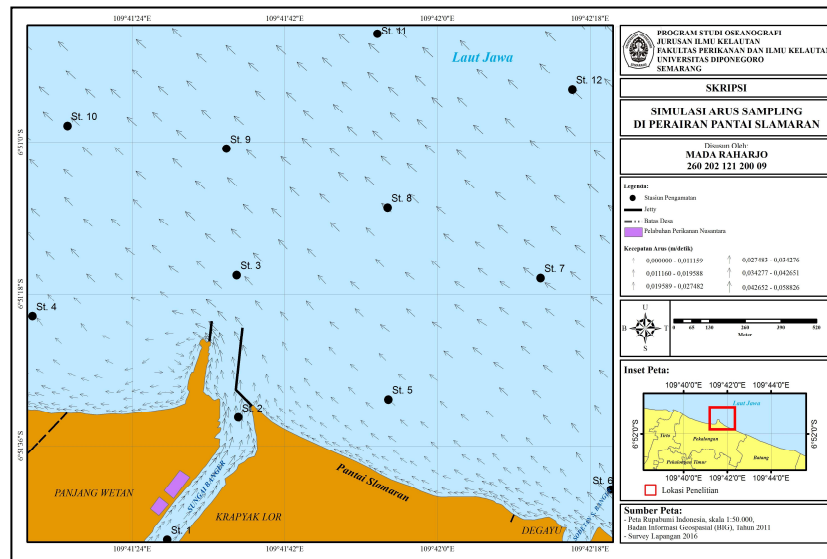
Kandungan klorofil-a terendah terdapat pada stasiun 12 yakni sebesar 0,1207 µg/l (Tabel 9). Stasiun 12 berada di daerah laut lepas dan jauh dari muara sungai (Gambar 4). Rendahnya konsentrasi klorofil-a pada stasiun 12 disebabkan rendahnya kandungan nutrisi pada stasiun tersebut (Tabel 1 dan Tabel 2), karena lokasi yang jauh dari sumber dan juga minimnya proses pengadukan yang ada pada stasiun tersebut. Meskipun kecerahan pada stasiun 12 tinggi, rendahnya kandungan nutrisi pada stasiun 12 mengakibatkan proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik. Nontji (2002) menyatakan bahwa tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a perairan erat hubungannya dengan pasokan nutrisi dari darat yang masuk melalui aliran sungai yang bermuara ke suatu perairan. Nilai klorofil-a yang rendah pada stasiun 12 menyebabkan nilai DO pada stasiun tersebut juga rendah. Hal tersebut dikarenakan tidak mendapat suplai yang optimal dari proses fotosintesis. Sesuai dengan pendapat Effendi (2003) yang menyatakan, bahwa salah satu sumber oksigen di perairan laut adalah hasil proses fotosintesis dan pergerakan sirkulasi massa air yang bersamaan dengan proses difusi udara.



Gambar 4. Peta Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan

Pola Arus

Gambar 5 menunjukkan pola arus yang terjadi menunjukkan arah dominan menuju barat laut. Berdasarkan data yang diperoleh, sebaran nitrat, fosfat maupun klorofil-a di perairan Pantai Slamaran tidak tampak mengikuti pola arus yang terjadi.



Gambar 6. Peta Sebaran Arus pada Saat Pengambilan Sampel di Perairan Pantai Slamaran, Pekalongan

4. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan pada bulan April 2016 menunjukkan sebaran konsentrasi nitrat berkisar 0,3325-0,6821 mg/l, konsentrasi fosfat berkisar 0,0590-0,3276 mg/l dan konsentrasi klorofil berkisar 0,1207-0,9522 μ g/l. Hubungan antara klorofil-a secara linier menunjukkan keamatan yang cukup tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,710, dan hubungan antara klorofil-a dan fosfat sebesar 0,786. Pola sebaran konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a di Pantai Slamaran tidak mengikuti pola arus.

Daftar Pustaka

- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Eidman, M. dan Koesoebiono. 1998. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi. PT. Gramedia. Jakarta.
- Hendarto, B., M.S. Ayuningsih dan P.W. Purnomo. 2014. Distribusi Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara : Hubungannya dengan Kandungan Nitrat dan Fosfat di Perairan. Diponegoro Journal of Maquares. 3(2): 138-147.
- Hutagalung, H.P. dan A. Rozak. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Ed.2, P30. – LIPI, Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51. 2004. Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Millero, F.S. and M.L. Sohn. 1992. Chemical Oceanography. CRC. Press, London.
- Muchtar, M. 2012. Distribusi Zat Hara Fosfat, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Natuna. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 4(2): 304 – 317.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Djambatan, Jakarta.
- Odum, E.P. 2000. Dasar-dasar Ekologi. Diterjemahkan dari Fundamental of Ecology oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pemkot Pekalongan. 2009. Kondisi Umum Geografis Kota Pekalongan. <http://www.pekalongankab.go.id/kondisi-geografis.html>. Akses pada tanggal 15-01-2016, pukul 05.54 WIB.
- Reichert, A. J. and G. B. Jones. 1994 Trace metals as tracers of dredging activity in Cleveland Bay– field and laboratory studies. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 45: 1237-1257.
- Sugiyono. 2011. Metode Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Ed. 8. Alfabeta, Bandung.
- Sumawidjaja, K. 1973. Limnologi. Direktorat Jendral Perikanan. Deptan.
- Ulqodry, T.Z; Yulisman; M Syahdan dan Santoso. 2010. Karakteristik dan sebaran nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut di perairan Karimunjawa Jawa Tengah. Jurnal Penelitian Sains. 13(1): 35-41.
- Usman, H. dan R.P.S. Akbar. 2003. Pengantar Statistika. Bumi Aksara. Jakarta.
- Zulhaniarta, D., Fauziyah., A.I. Sunaryo. dan R. Aryawati. 2014. Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Terhadap Nutrien di Muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. Masapari Journal. 7(1): 9-20.