



**DISTRIBUSI KELIMPAHAN FITOPLANKTON DAN KLOORIFIL-a DI TELUK SEKUMBU
KABUPATEN JEPARA : HUBUNGANNYA DENGAN KANDUNGAN NITRAT DAN FOSFAT
DI PERAIRAN**

**Distribution and Abundance of Phytoplankton and Chlorophyll-a in the Sekumbu Bay Jepara
Regency: Relationship with Nitrate and Phosphate Content in Water**

Melina Setya Ayuningsih, Ign. Boedi Hendarto¹, Pujiono Wahyu Purnomo

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698

ABSTRAK

Teluk Sekumbu merupakan suatu perairan terlindung yang banyak dimanfaatkan oleh aktivitas manusia seperti tempat pendaratan ikan, pemukiman penduduk, pertambakan, pariwisata, dan jalur pelayaran. Secara langsung maupun tidak langsung, berbagai faktor tersebut akan mempengaruhi keseimbangan kondisi perairan Teluk Sekumbu yang berdampak pada keberadaan organisme di dalamnya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juli 2013. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kelimpahan fitoplankton dan kandungan klorofil-a fitoplankton di perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara, mengetahui distribusi kandungan nitrat dan fosfat serta hubungannya dengan kandungan klorofil-a. Penelitian ini bersifat deskriptif dan menggunakan metode *purposive sampling* untuk pengambilan sampel. Dalam penelitian ini ditentukan Sembilan titik sampling pengukuran, dimana pada tiap titik sampling dilakukan tiga kali pengulangan. Sampel fitoplankton, klorofil-a, nitrat dan fosfat serta beberapa parameter fisika dan kimia diambil di Teluk Sekumbu Jepara. Analisis data nitrat, fosfat dan klorofil-a menggunakan metode Regresi Korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton sebesar 2823 – 10615 ind/l dan kandungan klorofil-a fitoplankton sebesar 0,798 – 1,096 mg Chl-a/m³. Distribusi dari kandungan nitrat dan fosfat di lingkungan perairan Teluk Sekumbu Jepara mempunyai pola yang sama dengan konsentrasi tinggi di muara dan semakin rendah ke arah laut. Hubungan antara nitrat dengan klorofil-a secara linier menunjukkan keeratan yang tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,722, sedangkan hubungan antara fosfat dengan klorofil-a sebesar 0,802.

Kata kunci : Fitoplankton, Klorofil-a, Nitrat, Fosfat, Teluk Sekumbu

ABSTRACT

Sekumbu Bay is a sheltered waters are much exploited by human activities such as fish landing site, the settlement population, fishpond, tourism and shipping lines. Directly or indirectly, many of these factors will affect the balance condition of the Sekumbu Bay waters that have an impact on the presence of organisms in it. This research was conducted on May-July 2013. The purpose of this research was to know the abundance of phytoplankton and chlorophyll-a content of phytoplankton in waters of the Sekumbu Bay at Jepara Regency, knowing spatial distribution of nitrates and phosphates content, and knowing the relationship with content of chlorophyll-a. This research was descriptive and used the sampling purposive method for collecting samples. This research determined nine sampling points, where at each sampling point had three times replication. Phytoplankton, chlorophyll-a, nitrate and phosphate as well as some physical and chemical parameters were measured. Data analysis of nitrate, phosphate and chlorophyll-a used regression - correlation method. The results showed that the abundance of phytoplankton was 2823 - 10615 ind/l and phytoplankton chlorophyll-a content was 0.798 to 1.096 mg Chl-a/m³. Distribution of nitrate and phosphate in the waters of Sekumbu Bay Jepara had the same pattern with high concentration in estuary and low in sea. The relationship between nitrate with chlorophyll-a showed a linear regression with the a high correlation coefficient of 0.722, the relationship between phosphate with chlorophyll-a showed a high correlation coefficient of 0.802.

Keywords: Phytoplankton, Chlorophyll-a, Nitrate, Phosphate, Sekumbu Bay

*) Penulis Penanggung Jawab

1. PENDAHULUAN

Teluk merupakan suatu perairan terlindung yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor alam maupun aktivitas manusia. Teluk Sekumbu merupakan teluk yang sekaligus menjadi muara dari dua sungai, yaitu sungai Wisu dan sungai Kanal yang terletak di Kabupaten Jepara. Teluk Sekumbu ini juga biasa dikenal oleh masyarakat setempat dengan Teluk Sekumbu. Di sekitar Teluk Sekumbu ini banyak dimanfaatkan oleh aktivitas manusia seperti tempat pendaratan ikan, pemukiman penduduk, pertambakan, tempat wisata pantai, dan lalu lintas kapal. Secara langsung maupun tidak langsung, berbagai faktor tersebut akan mempengaruhi keseimbangan kondisi perairan Teluk Sekumbu yang berdampak pada keberadaan organisme perairan khususnya fitoplankton. Perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara termasuk pada ekosistem pesisir yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia. Peningkatan aktivitas manusia terutama di daerah hulu seperti hasil limbah domestik dan di daerah hilir seperti kegiatan pertambakan merupakan sumber penyebab yang dapat mempengaruhi ekosistem perairan. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan penduduk tersebut dialirkan langsung ke sungai dan terbawa sampai ke teluk ini yang merupakan muara dari dua sungai, yaitu Sungai Wisu dan Sungai Kanal.

Di sekitar perairan Teluk Sekumbu ini juga terdapat berbagai aktivitas seperti pertambakan, tempat pendaratan ikan, jalur pelayaran, serta aktivitas pariwisata. Hal tersebut menjadi masalah dengan semakin menurunnya kualitas perairan Teluk Sekumbu sejalan dengan semakin meningkatnya berbagai kegiatan penduduk di sekitar Teluk ini. Teluk Sekumbu tersebut kemungkinan akan mengalami perubahan ekosistem sehingga akan berpengaruh terhadap kandungan nutrisi dan kelangsungan hidup organisme di perairan ini. Proses hidrodinamika perairan ini sangat ditentukan oleh kondisi perairan yang meliputi sifat fisik, kimia, dan biologi perairan. Masuknya nutrisi yang berasal dari daratan melalui sungai akan mempengaruhi kesuburan perairan. Nutrien merupakan zat yang dapat mempengaruhi dan dibutuhkan oleh organisme perairan seperti fitoplankton, terutama nitrat dan fosfat. Tinggi rendahnya kandungan nitrat dan fosfat di suatu perairan dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton, sehingga nitrat dan fosfat juga dapat mempengaruhi kandungan klorofil-a yang terkandung dalam fitoplankton. Kandungan nutrisi perairan berkaitan erat dengan kelimpahan fitoplankton dimana semakin tinggi kandungan nutrisi di suatu perairan maka semakin tinggi juga kelimpahan fitoplankton dan konsentrasi klorofil-a. Fitoplankton merupakan tumbuhan yang memiliki klorofil-a yang berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi kimia yang diperlukan untuk melakukan proses fotosintesis.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kelimpahan fitoplankton dan kandungan klorofil-a fitoplankton di perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara, mengetahui distribusi kandungan nitrat dan fosfat di perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara, dan mengetahui hubungan antara kandungan nitrat dan fosfat dengan kandungan klorofil-a di perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Juli 2013 di perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan yang terdapat pada Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara. Dengan informasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan pengembangan kawasan dan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan sumberdaya perikanan.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitoplankton, klorofil-a, sampel air, dan pengamatan terhadap kualitas air meliputi parameter fisika dan kimia yang diambil di lokasi penelitian yaitu di Teluk Sekumbu Jepara. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol sampel 100 ml untuk wadah sampel plankton yang tersaring, *plankton net* dengan ukuran 25 mikron untuk menjaring fitoplankton, pipet tetes untuk mengambil formalin, GPS untuk mengetahui koordinat titik sampling, kamera digital untuk dokumentasi, *stopwatch* sebagai waktu untuk mengukur arus, plastik hitam untuk membungkus botol sampel klorofil-a, ember, es batu, *coolbox* sebagai tempat untuk menyimpan sampel dan menjaga keamanan sampel, kertas label untuk memberi tanda pada sampel, alat tulis untuk mencatat data hasil pengamatan, bola arus dan *stopwatch* untuk mengukur kecepatan arus, termometer untuk mengukur suhu, refraktometer untuk mengukur salinitas, pH paper untuk mengetahui nilai pH. Botol BOD, pipet tetes, tabung erlenmeyer dan spuit suntik untuk mengukur kadar oksigen terlarut. Tongkat berskala untuk mengukur kedalaman, *secchi disk* untuk mengukur kecerahan, mikroskop sebagai alat bantu untuk melihat jenis plankton, *sedgwick rafter* untuk mencacah fitoplankton, buku identifikasi plankton, corong untuk menyaring sampel klorofil, tabung pereaksi sebagai tempat klorofil, aluminium foil untuk membungkus tabung pereaksi, *sentrifuge* untuk mengendapkan kertas saring agar tidak tercampur dengan sampel klorofil, spektrofotometer untuk mengetahui nilai kandungan klorofil-a, Hach spektrofotometer untuk mengetahui nilai kandungan nitrat dan fosfat. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air untuk pengamatan nitrat, fosfat, klorofil-a, dan plankton; formalin 4 % sebagai pengawet plankton, kertas saring untuk menyaring sampel air klorofil-a, dan aseton untuk melarutkan sampel klorofil-a. Larutan $MnSO_4$, larutan NaOH dalam KI, larutan H_2SO_4 pekat, larutan $Na_2S_2O_3$ 0,025 N dan larutan amilum untuk reagen pengujian DO. Nitrat Ver 5 Nitrate sebagai reagen pengujian nitrat dan Phos Ver 3 sebagai reagen pengujian fosfat.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Tujuan penelitian deskriptif adalah untuk membuat gambaran secara sistematis dan akurat mengenai fakta-fakta yang terjadi. Menurut Hermawan (1997), penelitian yang bersifat deskriptif merupakan suatu usaha yang mengungkapkan suatu penelitian dan keadaan sebagaimana adanya sehingga hanya merupakan penyingkapan dari suatu fakta. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* karena hanya mengambil beberapa daerah tertentu yang mewakili keadaan keseluruhan dari perairan Teluk Sekumbu.

Penentuan titik sampling

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada perairan Teluk Sekumbu Kabupaten Jepara. Pembagian lokasi pengambilan sampel terdiri dari 9 (sembilan) titik sampling. Lokasi pengambilan sampel pada titik 1 terletak pada muara Sungai Wiso yang menerima masukan air secara langsung melalui Sungai Wiso yang mengalir melewati pemukiman penduduk dan tambak. Muara Sungai Wiso ini terdapat tempat pendaratan ikan. Pengambilan sampel pada titik 2 terletak pada muara Sungai Kanal merupakan daerah yang menerima masukan air dari tambak dan pemukiman penduduk. Lokasi pengambilan sampel pada titik 3, 4, dan 5 terletak di tengah estuaria yang merupakan daerah penangkapan ikan dan daerah lalu lintas kapal. Pada titik 5 merupakan perairan yang digunakan sebagai pasokan air untuk tambak sekaligus pembuangannya. Lokasi titik 6, 7, 8 dan titik 9 merupakan daerah lepas pantai, laut lepas, terdapat bagan tancap. Lokasi titik sampling diambil untuk mewakili keadaan keseluruhan perairan teluk Sekumbu Jepara.

Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah sampel diambil pada tempat yang sama dalam selang waktu yang sama, yaitu sebulan sekali pada bulan Mei – Juli 2013 dengan melihat kondisi perairan pada saat pasang. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan menggunakan plankton net. Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter fisika – kimia perairan dilakukan pada lapisan pertengahan. Sampel air yang diambil dari masing – masing titik sampling kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel untuk melakukan pengukuran di laboratorium (klorofil-a, nitrat dan fosfat).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi lokasi

Lokasi penelitian berada di perairan Teluk Sekumbu yang terletak pada posisi $110^{\circ}37'30''$ BT- $110^{\circ}39'30''$ BT dan $6^{\circ}33'30''$ LS- $6^{\circ}35'30''$ LS termasuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Teluk Sekumbu ini juga biasa dikenal oleh masyarakat setempat dengan Teluk Sekumbu. Sekitar perairan Teluk Sekumbu terdapat berbagai kegiatan meliputi pertambakan oleh masyarakat setempat, tempat pendaratan ikan, pemukiman penduduk, muara Sungai Kanal dan muara Sungai Wiso, yaitu sungai yang melewati kota Jepara. Disamping itu di sekitar Teluk Sekumbu ini terdapat tempat wisata pantai, wisata bahari serta dermaga penyeberangan. Lokasi ini juga berfungsi sebagai pasokan air untuk budidaya baik dari kegiatan pembenihan sampai pembesaran sekaligus merupakan tempat pembuangan limbah dari tambak milik BBPAP. Teluk Sekumbu ini juga dipergunakan nelayan sebagai daerah penangkapan ikan serta terdapat bagan tancap. Secara geografis, Teluk Sekumbu dibatasi oleh :

- Sebelah Utara adalah Tanjung Kuniran
- Sebelah Timur adalah Kota Jepara
- Sebelah Selatan adalah Tanjung Kelor
- Sebelah Barat adalah Pulau Panjang

Lokasi pengambilan sampel pada titik 1 terletak pada muara Sungai Wiso yang menerima masukan air secara langsung melalui Sungai Wiso yang mengalir melewati pemukiman penduduk dan tambak. Muara Sungai Wiso ini terdapat tempat pendaratan ikan. Pengambilan sampel pada titik 2 terletak pada muara Sungai Kanal merupakan daerah yang menerima masukan air dari tambak dan pemukiman penduduk. Lokasi pengambilan sampel pada titik 3, 4, dan 5 terletak di tengah estuaria yang merupakan daerah penangkapan ikan dan daerah lalu lintas kapal. Pada titik 5 merupakan perairan yang digunakan sebagai pasokan air untuk tambak sekaligus pembuangannya. Lokasi titik 6, 7, 8 dan titik 9 merupakan daerah lepas pantai, laut lepas, terdapat bagan tancap.

Distribusi Spasial Kandungan Nitrat (NO_3^-)

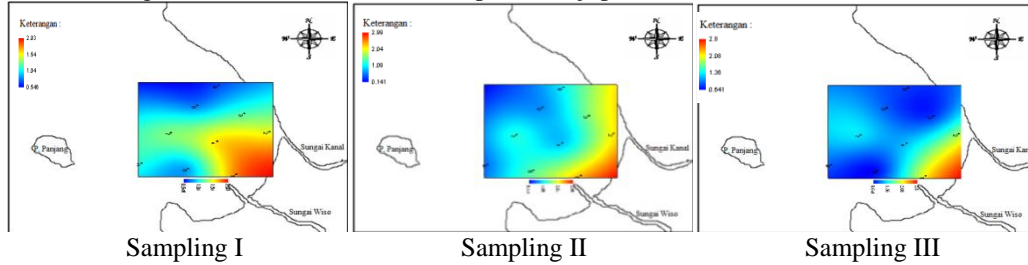
Dari hasil penelitian diperoleh nilai kandungan nitrat tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelitian Kandungan Nitrat (mg/l) di Teluk Sekumbu Jepara.

Sampling	Titik Sampling								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1,8	1,5	1,2	1,6	0,9	1,1	1,3	0,8	0,7
II	2,3	2,1	1,6	0,9	1,4	0,6	1,2	0,7	1,1
III	2,1	1,8	0,8	1,2	0,7	0,9	1,3	0,9	0,8

Berdasarkan hasil dari analisis laboratorium didapatkan nilai kandungan nitrat (NO_3^-) berkisar antara 0,6 – 2,3 mg/l. Nilai kandungan nitrat tertinggi pada saat sampling pertama terdapat pada titik 1 yang terletak

di muara Sungai Wiso, sedangkan nilai kandungan nitrat terendah terdapat pada titik 9 yang terletak di luar estuaria, di laut lepas. Nilai kandungan nitrat tertinggi pada saat sampling kedua terdapat pada titik 1, sedangkan nilai kandungan nitrat terendah terdapat pada titik 6 yang terletak di luar estuaria, di laut lepas. Nilai kandungan nitrat tertinggi pada saat sampling ketiga masih terdapat pada titik 1, sedangkan nilai kandungan nitrat terendah terdapat pada titik 5 yang terletak di luar estuaria. Gambaran hasil analisis penyebaran kandungan nitrat di Teluk Sekumbu Jepara tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyebaran Nitrat (NO_3^-) di Teluk Sekumbu Jepara

Berdasarkan gambar 1 diatas didapatkan pola penyebaran kandungan nitrat dari sampling I, II dan sampling III hampir sama. Pola penyebaran kandungan nitrat tinggi pada muara sungai dan semakin ke arah laut cenderung menurun pada ketiga waktu sampling. Hal ini dapat dilihat pada warna merah yang menunjukkan bahwa kandungan nitrat semakin tinggi dan warna biru tua semakin rendah. Pada saat sampling I pola penyebaran menunjukkan sebaran hampir merata pada seluruh perairan. Pada sampling II pola penyebaran juga menunjukkan sebaran yang merata, sedangkan pada sampling III pola penyebaran hanya berada pada sekitar muara sungai.

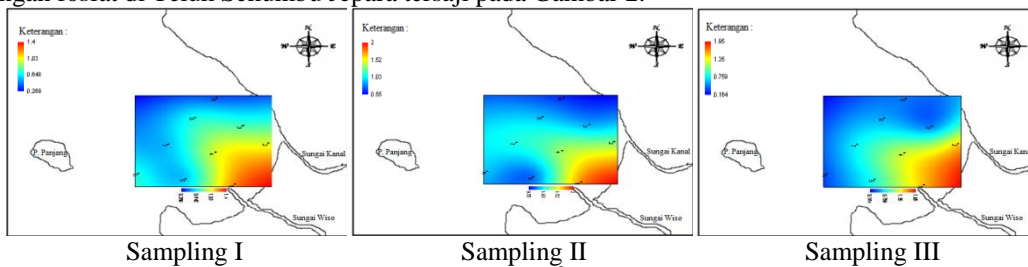
Distribusi Spasial Kandungan Fosfat (PO_4^{3-})

Dari hasil penelitian diperoleh nilai kandungan fosfat tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penelitian Kandungan Fosfat (mg/l) di Teluk Sekumbu Jepara.

Sampling	Titik Sampling								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1,21	0,98	0,76	0,98	0,58	0,67	0,56	0,68	0,41
II	1,74	1,27	0,89	1,34	0,78	0,93	1,09	0,92	0,64
III	1,52	1,43	0,49	1,24	0,86	0,38	0,76	0,57	0,44

Berdasarkan hasil dari analisis laboratorium didapatkan nilai kandungan fosfat (PO_4) berkisar antara 0,38 – 1,74 mg/l. Nilai kandungan fosfat tertinggi sampling pertama terdapat pada titik 1 yang terletak pada muara Sungai Wiso, sedangkan nilai kandungan fosfat terendah terdapat pada titik 9 yang terletak di laut. Nilai kandungan fosfat tertinggi sampling kedua terdapat pada titik 1, sedangkan nilai kandungan fosfat terendah terdapat pada titik 9. Nilai kandungan fosfat tertinggi sampling ketiga terdapat pada titik 1, sedangkan nilai kandungan fosfat terendah terdapat pada titik 6. Gambaran hasil analisis penyebaran kandungan fosfat di Teluk Sekumbu Jepara tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Penyebaran Fosfat (PO_4^{3-}) di Teluk Sekumbu Jepara

Berdasarkan gambar 2 diatas didapatkan pola penyebaran kandungan fosfat dari sampling I, II dan sampling III hampir sama. Pola penyebaran kandungan fosfat tinggi pada muara sungai dan semakin ke arah laut cenderung menurun pada ketiga waktu sampling. Pada sampling I, II dan III pola penyebaran menunjukkan sebaran hampir merata pada seluruh perairan.

Distribusi Spasial Struktur Komunitas Fitoplankton

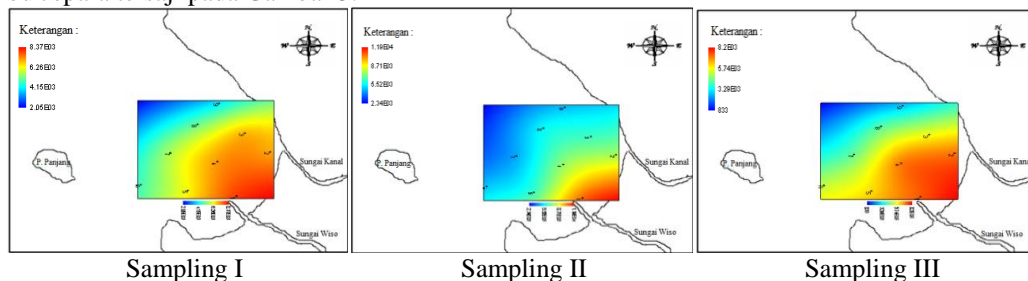
Dari hasil penelitian diperoleh kelimpahan, nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominasi fitoplankton tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penelitian Kelimpahan, Nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominasi Fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara.

Sampling	Titik	Kelimpahan (ind/l)	H'	e	D
I	1	7919	2,720	0,879	0,086
	2	7048	2,687	0,869	0,089
	3	6878	2,776	0,898	0,077
	4	7139	2,801	0,906	0,073
	5	6326	2,654	0,885	0,085
	6	4777	2,459	0,835	0,116
	7	5626	2,535	0,877	0,097
	8	5074	2,390	0,797	0,138
	9	4118	2,368	0,804	0,137
II	1	10615	2,813	0,924	0,073
	2	7728	2,691	0,914	0,087
	3	6369	2,685	0,896	0,087
	4	7430	2,792	0,917	0,072
	5	6348	2,711	0,890	0,081
	6	4925	2,643	0,882	0,088
	7	4543	2,594	0,865	0,098
	8	5562	2,583	0,877	0,100
	9	4840	2,481	0,828	0,120
III	1	7431	2,828	0,915	0,070
	2	7112	2,815	0,920	0,070
	3	5711	2,723	0,894	0,083
	4	7027	2,769	0,910	0,076
	5	6135	2,623	0,892	0,092
	6	5201	2,544	0,864	0,107
	7	4373	2,656	0,887	0,092
	8	4182	2,496	0,848	0,121
	9	2823	2,246	0,777	0,179

Fitoplankton yang didapatkan dari hasil sampling penelitian sebanyak 22 genera yang terdiri dari 4 (empat) kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, dan *Pyrrhophyceae*. Dalam kelas *Bacillariophyceae* terdapat 8 genera, kelas *Chlorophyceae* terdapat 6 genera, kelas *Cyanophyceae* terdapat 6 genera, dan kelas *Pyrrhophyceae* terdapat 2 genera. Nilai kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2823 – 10615 ind/l. Genera yang mendominasi di perairan Teluk Sekumbu ini berasal dari kelas *Bacillariophyceae*. Jenis yang paling sering ditemukan dan sekaligus mempunyai kelimpahan tertinggi pada setiap lokasi adalah *Chaetoceros* sp., *Chlorella* sp., *Spirulina* sp., *Microcystis* sp., *Nitzschia* sp., *Pleurosigma* sp..

Hasil perhitungan yang diperoleh dari nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 2,246 – 2,828; indeks keseragaman (e) berkisar antara 0,777 – 0,924. Nilai H' dan e tertinggi pada titik 1 dan terendah pada titik 9, sedangkan indeks dominasi (D) berkisar antara 0,070 – 0,179 dengan nilai D tertinggi pada titik 9 dan terendah pada titik 1. Gambaran hasil analisis penyebaran kelimpahan fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Penyebaran Kelimpahan Fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara

Berdasarkan gambar 3 diatas didapatkan pola penyebaran kelimpahan fitoplankton dari sampling I, II dan sampling III hampir sama. Pola penyebaran kelimpahan fitoplankton tinggi pada muara sungai dan semakin ke arah laut cenderung menurun pada ketiga waktu sampling. Pada sampling I, II dan III pola penyebaran menunjukkan sebaran hampir merata pada seluruh perairan.

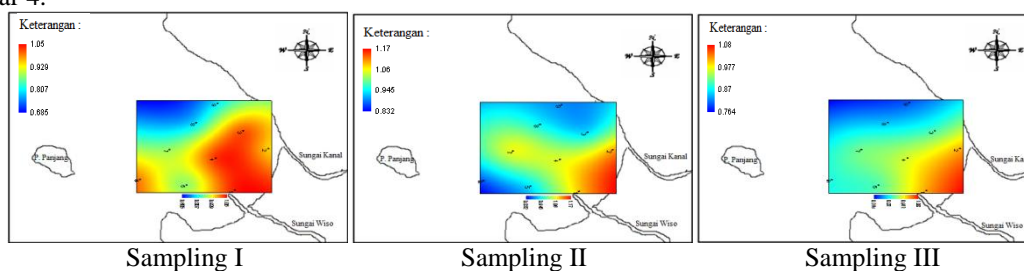
Distribusi Spasial Kandungan Klorofil-a

Dari hasil penelitian diperoleh nilai kandungan klorofil-a tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Penelitian Kandungan Klorofil-a (mg Chl-a/m^3) di Teluk Sekumbu Jepara.

Sampling	Titik Sampling								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1,042	0,956	1,014	1,029	0,881	0,987	0,883	0,798	0,806
II	1,084	1,096	0,934	1,046	0,941	0,878	1,051	0,949	0,897
III	1,017	1,009	0,905	0,962	0,909	0,886	0,919	0,848	0,804

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan klorofil-a selama penelitian berkisar antara 0,798 – 1,096 mg Chl-a/m^3 . Nilai kandungan klorofil-a tertinggi sampling pertama terdapat pada titik 1 yang terletak pada muara Sungai Wisu, sedangkan nilai kandungan klorofil-a terendah terdapat pada titik 8 yang terletak di laut. Nilai kandungan klorofil-a tertinggi sampling kedua terdapat pada titik 2 yang terletak di muara Sungai Kanal, sedangkan nilai kandungan klorofil-a terendah terdapat pada titik 6. Nilai kandungan klorofil-a tertinggi sampling ketiga terdapat pada titik 1, sedangkan nilai kandungan klorofil-a terendah terdapat pada titik 9. Gambaran hasil analisis penyebaran kelimpahan fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Penyebaran Klorofil-a di Teluk Sekumbu Jepara

Berdasarkan gambar 4 diatas didapatkan pola penyebaran kandungan klorofil-a dari sampling I, II dan sampling III hampir sama. Pola penyebaran kandungan klorofil-a tinggi pada muara sungai dan semakin ke arah laut cenderung menurun pada ketiga waktu sampling. Hal ini dapat dilihat pada warna merah yang menunjukkan bahwa kandungan klorofil-a semakin tinggi dan warna biru tua semakin rendah. Pada sampling I, II dan III pola penyebaran menunjukkan sebaran hampir merata pada seluruh perairan dengan kandungan klorofil-a tinggi di bagian muara sungai.

Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air pada saat penelitian tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air di Teluk Sekumbu Jepara

Titik	Kecerahan (cm)	Kedalaman (m)	Suhu Air ($^{\circ}\text{C}$)	Arus (m/s)	Salinitas (‰)	DO (mg/L)	pH
1	20-22	200-210	29-31	0,12	27-31	4,9-6,5	8
2	23-25	180-185	29-31	0,05	29-31	5,2-6,7	7-8
3	22,5-29,5	350-355	30-31	0,12	30-31	5,4-6,2	7-8
4	25-32,5	335-340	30-31	0,11	30-34	5,1-6,6	8
5	24,5-33,5	345-350	30-31	0,14	30-32	5,5-6,1	7-8
6	26,5-37,5	300-315	30-31	0,11	31-32	5,5-6,4	7-8
7	29-43	325-340	30-32	0,15	30-34	5,4-6,9	8
8	32-48,5	330-345	31-32	0,14	30-34	5,7-7,3	7-8
9	28-49	335-345	30-32	0,15	30-33	5,5-7,1	7

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian di Teluk Sekumbu Jepara maka didapatkan kecerahan lokasi penelitian berkisar antara 20 – 49 cm, kedalaman berkisar antara 180 – 355 m, suhu air berkisar antara 29 – 32 $^{\circ}\text{C}$, kecepatan arus berkisar antara 0,05 – 0,15 m/det, salinitas berkisar antara 27 – 34‰, oksigen terlarut berkisar antara 4,9 – 7,3 mg/l, dan nilai pH berkisar antara 7 – 8.

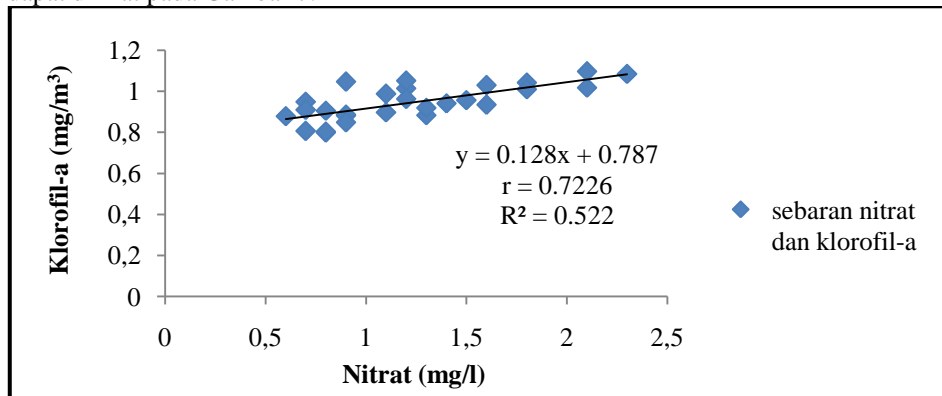
Hubungan Nutrien Dengan Klorofil-a

a. Hubungan Nitrat Dengan Klorofil-a

Hasil dari perhitungan diperoleh nilai koefisien korelasi $r = 0,7226$. Nilai koefisien penentu determinasi sebesar 52,22 % artinya besar pengaruh kandungan nitrat terhadap klorofil-a sebesar 52,22 % dan sisanya 47,78 % dipengaruhi oleh faktor lain. Hasil uji signifikan T_{hitung} antara kandungan nitrat dengan klorofil-a maka diperoleh T_{hitung} sebesar 5,22 sedangkan T_{tabel} pada taraf uji signifikan (α) = 0,05 dan $n = 27$, $dk = n - 2 = 27 - 2 = 25$ didapatkan T_{tabel} sebesar 2,060. Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh T_{hitung} lebih besar dari T_{tabel} atau $5,22 > 2,060$ yang artinya terdapat hubungan yang signifikan antara kandungan kandungan nitrat dengan kandungan klorofil-a.

Hasil dari perhitungan uji regresi diperoleh nilai b sebesar 0,128 dan nilai a sebesar 0,787 sehingga bentuk persamaan regresi $Y = 0,128x + 0,787$. Dari hasil pengujian signifikansi uji F, diperoleh F_{hitung} lebih

besar dari F_{tabel} atau $27,33 > 4,26$ maka H_0 ditolak artinya terdapat pengaruh atau hubungan yang signifikan antara kandungan nitrat terhadap kandungan klorofil-a. Dua peubah utama kajian adalah hubungan nitrat (NO_3^-) dan klorofil-a. Grafik hubungan antara nitrat dan klorofil-a di setiap lokasi titik sampling selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

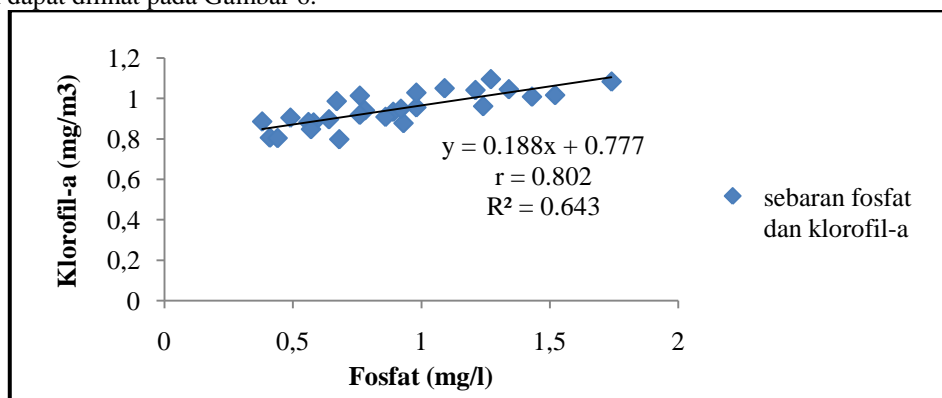


Gambar 5. Grafik Regresi Hubungan antara Nitrat dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Jepara.

b. Hubungan Fosfat Dengan Klorofil-a

Hasil dari perhitungan diperoleh nilai koefisien korelasi $r = 0,802$. Nilai koefisien penentu determinasi sebesar 64,32 % artinya besar pengaruh kandungan fosfat terhadap klorofil-a sebesar 64,32 % dan sisanya 35,68 % dipengaruhi oleh faktor lain. Hasil uji signifikan T_{hitung} antara kandungan fosfat dengan klorofil-a maka diperoleh T_{hitung} sebesar 6,71 sedangkan T_{tabel} pada taraf uji signifikan (α) = 0,05 dan $n = 27$, $dk = n - 2 = 27 - 2 = 25$ didapatkan T_{tabel} sebesar 2,060. Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh T_{hitung} lebih besar dari T_{tabel} atau $6,71 > 2,060$ maka H_0 ditolak yang artinya terdapat hubungan yang signifikan antara kandungan fosfat dengan kandungan klorofil-a.

Hasil dari perhitungan uji regresi diperoleh nilai b sebesar 0,188 dan nilai a sebesar 0,777 sehingga bentuk persamaan regresi $Y = 0,188x + 1,077$. Dari hasil pengujian signifikansi uji F, diperoleh F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau $45,06 > 4,26$ maka H_0 ditolak artinya terdapat pengaruh atau hubungan yang signifikan antara kandungan fosfat terhadap kandungan klorofil-a. Dua peubah utama kajian adalah hubungan fosfat (PO_4^{3-}) dan klorofil-a. Grafik hubungan antara fosfat dan klorofil-a di setiap lokasi titik sampling selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Regresi Hubungan antara Fosfat dan Klorofil-a di Teluk Sekumbu Jepara.

Pembahasan

Komunitas Fitoplankton

Dari hasil penelitian yang diperoleh diketahui bahwa komposisi komunitas fitoplankton di teluk Sekumbu Jepara ditemukan 22 genera fitoplankton yang terdiri dari kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, dan *Pyrrhophyceae*. Dalam kelas *Bacillariophyceae* terdapat 8 genera, kelas *Chlorophyceae* terdapat 6 genera, kelas *Cyanophyceae* terdapat 6 genera, dan kelas *Pyrrhophyceae* terdapat 2 genera. Nilai kelimpahan fitoplankton berkisar antara 2802 – 10615 ind/L. Genera yang mendominasi di perairan Teluk Sekumbu berasal dari kelas *Bacillariophyceae*. Menurut Nybakken (1992), kelas dari *Bacillariophyceae* mampu tumbuh dengan cepat meskipun pada kondisi cahaya dan nutrien yang rendah. Hal tersebut juga dikarenakan jenis fitoplankton ini mempunyai kemampuan beradaptasi dengan baik sehingga mampu meregenerasi dan bereproduksi dalam jumlah yang lebih besar dari jenis fitoplankton yang lain. Jenis dari plankton tersebut juga merupakan jenis yang paling tahan terhadap perubahan lingkungan oleh pengaruh pasang surut. Hal tersebut sama dengan yang dikemukakan oleh Arinardi *et al.* (1996) bahwa genera

fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae ditemukan melimpah karena fitoplankton ini merupakan anggota utama fitoplankton yang terdapat diseluruh bagian perairan laut, baik perairan pantai maupun oseanik.

Pada gambar grafik kelimpahan fitoplankton terlihat bahwa kelimpahan individu tertinggi pada sampling pertama, kedua dan ketiga terdapat pada titik 1, sedangkan kelimpahan individu terendah sampling pertama terdapat pada titik 9. Sampling kedua kelimpahan individu terendah pada titik 7. Sampling ketiga kelimpahan individu terendah terdapat pada titik 9. Kelimpahan individu fitoplankton yang tinggi terdapat pada titik 1 yaitu muara sungai Wiso merupakan muara dari sungai besar yang melintasi kota Jepara. Tingginya kelimpahan fitoplankton di daerah tersebut besar kemungkinan berkaitan dengan kandungan zat hara (nitrat dan fosfat) yang tinggi pada lokasi tersebut. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Rokhim *et al.* (2009), pertumbuhan fitoplankton tergantung pada fluktuasi unsur hara dan hidrodinamika perairan. Kondisi suatu perairan juga akan mempengaruhi pola penyebaran atau distribusi fitoplankton baik secara horizontal maupun vertikal, sehingga akan berpengaruh pada kelimpahan fitoplankton.

Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (e), dan indeks dominansi fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara dapat dilihat pada tabel 3. Nilai indeks keseragaman (e) fitoplankton di Teluk Sekumbu Jepara berkisar antara 0,777 – 0,924. Nilai tersebut cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa nilai keseragaman individu fitoplankton antar spesies relatif menyebar secara merata dengan nilai 0-1 (Odum, 1971). Hal ini disebabkan karena tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya. Apabila nilai dominansi mendekati nilai 1 berarti di dalam komunitas terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya, sebaliknya apabila mendekati nilai 0 berarti di dalam struktur komunitas tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya (Basmi, 2000).

Kandungan Klorofil-a

Dari data hasil penelitian yang telah diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil-a di Teluk Sekumbu Jepara berkisar antara 0,798 – 1,096 mg Chl-a/m³. Berdasarkan kisaran nilai kandungan klorofil-a yang diperoleh maka sesuai dengan kriteria kondisi kesuburan yang dapat dinyatakan bahwa pada semua lokasi titik sampling atau lingkungan perairan Teluk Sekumbu dikategorikan kedalam perairan *oligotrofik* yang mempunyai kesuburan perairan rendah.

Lokasi penelitian yang memiliki nilai kandungan klorofil-a tertinggi terdapat pada titik 2 yaitu 1,096 mg Chl-a/m³ karena titik ini merupakan muara sungai yang mendapatkan suplai nutrisi dari daratan. Kandungan klorofil-a terendah terdapat pada titik 8 sebesar 0,798 mg Chl-a/m³ yang terletak di laut lepas, hal tersebut sesuai dengan pendapat Hatta (2002), yang menyatakan bahwa umumnya sebaran konsentrasi klorofil tinggi di perairan pantai sebagai akibat dari tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai. Namun sebaliknya cenderung rendah di daerah lepas pantai karena pada daerah lepas pantai ini tidak mendapat suplai nutrisi dari daratan. Walaupun demikian pada beberapa tempat yang jauh dari daratan masih ditemukan konsentrasi klorofil yang tinggi. Keadaan ini terjadi akibat adanya proses sirkulasi massa air yang memungkinkan terangkutnya sejumlah nutrisi dari daerah lain, seperti yang terjadi pada daerah *upwelling*.

Hubungan Nitrat terhadap Klorofil-a

Dari data hasil penelitian yang telah diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrat di Teluk Sekumbu Jepara berkisar antara 0,6 – 2,3 mg/l. Berdasarkan kisaran nilai kandungan nitrat yang diperoleh maka sesuai dengan kriteria kondisi kesuburan yang dapat dinyatakan bahwa pada semua lokasi titik sampling atau lingkungan perairan Teluk Sekumbu dikategorikan kedalam perairan *oligotrofik* / *mesotrofik* yang mempunyai kesuburan perairan rendah / sedang. Hakanson dan Bryann (2008) dalam Faizal *et al.* (2011) mengklasifikasikan hubungan kandungan nitrat dengan pertumbuhan organisme adalah nitrat antara 0,3-0,9 mg/l dikategorikan *oligotrofik*, nitrat antara 0,9-3,5 mg/l dikategorikan *mesotrofik* dan nitrat > 3,5 mg/l dikategorikan *eutrofik*.

Lokasi penelitian yang memiliki nilai kandungan nitrat paling tinggi terdapat pada titik 1 dan 2 dibandingkan titik sampling yang lain diduga karena letaknya yang berada di muara sungai. Kandungan nitrat terendah terdapat pada titik 6 yang terletak di laut lepas, semakin mendekati ke arah laut maka konsentrasi nitrat semakin sedikit, hal tersebut sesuai dengan pendapat Fachrul *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa distribusi konsentrasi nitrat semakin tinggi menuju ke arah pantai dan konsentrasi tertinggi ditemukan di perairan muara. Tingginya kandungan nitrat pada titik 1 dan 2 diduga terjadi pengadukan perairan yang kuat dan dipengaruhi oleh buangan limbah dari daratan karena titik 1 dan 2 merupakan muara dari Sungai Wiso dan Sungai Kanal. Hal ini diperkuat oleh hasil analisis uji regresi. Hubungan antara nitrat dengan klorofil-a mempunyai koefisien korelasi sebesar 0,7226. Hubungan antara nitrat dengan klorofil-a bersifat linier dengan persamaan $Y = 0,128x + 0,787$.

Hubungan Fosfat terhadap Klorofil-a

Dari hasil penelitian yang telah diperoleh selama penelitian menunjukkan bahwa kandungan fosfat di Teluk Sekumbu Jepara berkisar antara 0,38 – 1,74 mg/l. Berdasarkan kisaran nilai kandungan fosfat yang diperoleh maka sesuai dengan kriteria kondisi kesuburan yang dapat dinyatakan bahwa pada semua lokasi titik sampling atau lingkungan perairan Teluk Sekumbu dikategorikan kedalam perairan *oligotrofik* yang mempunyai kesuburan perairan rendah. Hakanson dan Bryann (2008) dalam Faizal *et al.* (2011)

mengklasifikasikan hubungan kandungan fosfat dan tingkat kesuburan perairan adalah fosfat < 15 mg/l dikategorikan *oligotrofik*, fosfat antara 15-40 dikategorikan *mesotrofik*, fosfat antara 40-130 dikategorikan *eutrofik* dan fosfat > 130 dikategorikan *Hypertrofik*.

Lokasi penelitian yang memiliki nilai kandungan fosfat paling tinggi terdapat pada titik 1 dibandingkan titik sampling yang lain karena letaknya yang berada di muara sungai. Kandungan fosfat terendah terdapat pada titik 6 yang terletak di laut lepas, semakin mendekati ke arah darat maka konsentrasi fosfat semakin melimpah, hal tersebut sesuai dengan pendapat Faizal *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa fosfat lebih terkonsentrasi pada zona dalam atau perairan yang lebih dekat dengan daratan. Menurut Effendi (2003), fosfat di perairan pesisir sangat dimungkinkan berasal dari daratan. Sumber utama fosfat adalah pemupukan dari kegiatan pertanian dan pertambakan, limbah industri atau bahkan limbah rumah tangga. Hubungan antara kandungan fosfat dengan klorofil-a mempunyai koefisien korelasi yang kuat sebesar 0,802. Hubungan antara kandungan fosfat dengan klorofil-a bersifat linier dengan persamaan $Y = 0,188x + 0,777$.

Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Parameter fisika dan kimia yang diperoleh selama penelitian masih berada pada kisaran yang normal apabila dilihat dari kisaran optimal bagi kehidupan organisme perairan. Kedalaman pada Teluk Sekumbu berkisar antara 180 – 355 m dan kecerahannya berkisar antara 20 – 49 cm. Secara vertikal, kelimpahan fitoplankton terdapat pada kedalaman dimana masih terdapat intensitas cahaya matahari yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton. Kedalaman dan kecerahan perairan akan mempengaruhi penetrasi intensitas cahaya matahari ke dalam perairan. Semakin tinggi kecerahan maka intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan semakin besar (Nybakken, 1992).

Suhu mempunyai peranan penting dalam metabolisme biota perairan. Suhu air pada perairan Teluk Sekumbu berkisar antara 29 – 32°C. Suhu tersebut masih layak untuk kehidupan organisme perairan. Suhu air rata-rata berkisar antara 24 – 32°C sehingga pada kisaran tersebut plankton dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik (Hutabarat dan Evans, 1986). Riyono (2007) menyatakan bahwa Suhu yang tinggi dapat menaikkan laju maksimum fotosintesis. Secara umum, laju fotosintesis meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, tetapi akan menurun secara drastis setelah mencapai suatu titik suhu tertentu. Hal ini disebabkan setiap spesies fitoplankton selalu beradaptasi terhadap suatu kisaran suhu tertentu.

Kecepatan arus pada lokasi penelitian berkisar antara 0,05 – 0,15 m/det. Kecepatan arus akan berperan dalam proses migrasi dan penyebaran plankton sebagai organisme yang pasif sehingga pergerakannya sangat ditentukan oleh arus. Hal ini berarti kecepatan arus akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahan plankton (Hawkes, 1978 dalam Suryanti, 2008).

Salinitas di perairan Teluk Sekumbu berkisar antara 27 – 34 ‰. Menurut Dahuri *et al.* (1996), secara umum, salinitas permukaan perairan laut di Indonesia rata-rata 32 - 34 ‰. Salinitas penting di perairan untuk mempertahankan tekanan osmosis antara tubuh organisme dan perairan. Variasi salinitas dapat menentukan kelimpahan dan distribusi fitoplankton. Salinitas merupakan salah satu parameter yang menentukan jenis-jenis fitoplankton yang terdapat dalam suatu perairan.

Oksigen terlarut di perairan Teluk Sekumbu berkisar antara 4,9 – 7,3 mg/l. Menurut Effendi (2003), perairan yang diperuntukkan untuk kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen yang tidak kurang dari 5 mg/L. Kadar oksigen terlarut kurang dari 4 mg/L menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik, kadar oksigen terlarut kurang dari 2 mg/L dapat mengakibatkan kematian.

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh pada adaptasi organisme. Nilai pH pada lokasi penelitian berkisar antara 7 – 8. Menurut Nybakken (1992) yang menyatakan bahwa perairan dengan nilai pH yang bervariasi antara 7 – 8 masih dapat ditoleransi sebagian besar biota perairan. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Perairan Teluk Sekumbu Jepara memiliki kelimpahan fitoplankton sebesar 2823 – 10615 ind/l dan kandungan klorofil-a fitoplankton sebesar 0,798 – 1,096 mg Chl-a/m³.
2. Distribusi dari kandungan nitrat dan fosfat di lingkungan perairan Teluk Sekumbu Jepara mempunyai pola yang sama dengan konsentrasi tinggi di muara dan semakin rendah ke arah laut..
3. Hubungan antara nitrat dengan klorofil-a secara linier menunjukkan keeratan yang tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,722, sedangkan hubungan antara fosfat dengan klorofil-a sebesar 0,802.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bapak Rosidi dan Bapak Khafid yang telah membantu penulis selama kegiatan penelitian di lapangan. Ucapan terima kasih ditujukan pula kepada Prof. Dr. Ir. Agus Hartoko, M.Sc; Dr. Ir. Bambang Sulardiono, M.Si; dan Ir. Anhar Solichin, M.Si selaku tim penguji serta Dr.



Ir. Suryanti, M.Pi selaku panitia ujian akhir program yang telah memberikan saran dalam perbaikan naskah jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinardi, Trimaningsih, Riyono dan E. Asnariyanti. 1996. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton di Perairan Kawasan Tengah Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI. Jakarta.
- Basmi, J. 2000. Planktonologi: Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrul, M. F., H. Herman, dan A. Anita. 2006. Distribusi Spasial Nitrat, Fosfat dan Ratio N/P di Perairan Teluk Jakarta. *Seminar Nasional Penelitian Lingkungan di Perguruan Tinggi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Faizal, A. J. Jompa, N. Nessa dan C. Rani. 2011. Dinamika Spasio-Temporal Tingkat Kesuburan Perairan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. FKIP Universitas Hasanudin. Makassar.
- Hatta, M. 2002. Hubungan Antara Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hermawan, W. 1997. Pengantar Metodologi Penelitian Buku Panduan Mahasiswa. Gramedia. Jakarta.
- Hutabarat, S., dan S. M. Evans. 1984. Pengantar Oseanografi. UI Press. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (diterjemahkan oleh H. M. Eidmar, Koesbiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan D.Sukardjo). Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W. B. Saunders Company. Toronto.
- Parslow, J., J. Hunter and A. Davidson. 2008. Estuarine Eutrophication Models. Final Report Project E6 National River Health Program Water Services Association of Australian Melbourne Australian. CSIRO Marine Research. Hobarth, Tasmania.
- Riyono, S. H. 2007. Beberapa Sifat Umum dari Klorofil Fitoplankton. *Jurnal Oseana*. 32 (1). Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Rokhim, K., A. Arisandi dan I. W. Abida. 2009. Analisa Kelimpahan Fitoplankton dan Ketersediaan Nutrien (NO_3 dan PO_4) di Perairan Kecamatan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*. 2 (2) : 1907-9931.
- Suryanti. 2008. Kajian Tingkat Saprobitas di Muara Sungai Morodemak pada saat Pasang dan Surut. Universitas Diponegoro. Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4 (1) 2 : 76 – 83.