

Full Paper

**KELIMPAHAN FITOPLANKTON DI PERAIRAN MAITARA,
KOTA TIDORE KEPULAUAN**

**THE ABUNDANCE OF PHYTOPLANKTON IN MAITARA WATERS,
KOTA TIDORE KEPULAUAN**

Yuliana^{*)}

Abstract

The aim of this research were to know the correlation between water physic-chemistry and the abundance of phytoplankton . The studies were conducted from May to September 2006 at Maitara water and samples were taken from 5 (five) stations for 4 (four) period by filtration method. The result showed that there were 12 genera of phytoplankton from 4 classes : Bacillariophyceae (7 genera), Chlorophyceae (1 genera), Cyanophyceae (1 genera), and Dinophyceae (3 genera). The phytoplankton abundance ranged from 5781 – 39227 individual/L, the highest value was on station 5 period III (39227 individual/L) and the lowest on station 3 period IV (5781 individual/L). The range values of phytoplankton biological index such as diversity index (H') was 0.6889 – 1.1841, equitability index (E) = 0.4969 – 0.7215, and dominant index (D) = 0.3856 – 0.6183. Physical-chemistry parameters of the water were 0.01 – 2.24 mg/L of nitrate, 0.09 – 0.28 mg/L of orthophosphate, 0.040 – 0.042 of silicate, 6.21 – 8.27 of pH, 30 – 35 ‰ of salinity, 28.4 – 31.5°C of temperature, and 1.10 – 2.75 m of transparency, respectively. Multiple regression analysis showed that there was relationship between waters physical-chemistry parameters and phytoplankton abundance ($R^2 = 0.796$), where the regression equation was $Y = 150190.2 + 36.589 \text{ nitrate} + 597.043 \text{ orthophosphate} + 1002598 \text{ silicate} + 25.289 \text{ pH} - 23.866 \text{ salinity} - 561.222 \text{ temperature} - 56.973 \text{ transparency}$.

Key words : phytoplankton, abundance, Maitara, Tidore

Pengantar

Fitoplankton mempunyai peranan yang penting di dalam ekosistem perairan sebagai produser primer dan penyumbang oksigen terlarut dalam perairan, sehingga keberadaannya sering dijadikan sebagai indikator kesuburan suatu perairan. Semakin besar kelimpahan fitoplankton di suatu perairan, maka perairan tersebut semakin subur dan produktif.

Kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien terutama nitrogen (N) dan fosfor

(P). Komposisi dan kelimpahan fitoplankton akan berubah pada berbagai tingkatan sebagai respon terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan baik fisik, kimia, maupun biologi (Reynolds *et al.*, 1984). Faktor penunjang pertumbuhan fitoplankton sangat kompleks dan saling berinteraksi. Beberapa faktor tersebut adalah fisika (intensitas cahaya dan suhu), kimia (nitrogen dan fosfor) dan biologi (pemangsa dan kompetisi).

Perairan Maitara adalah salah satu kawasan yang memiliki tingkat kesuburan tinggi dan berpotensi untuk

^{*)} Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun. Alamat: Kampus Gambesi FPIK Unkhair, Ternate. E-mail: yulianarecar@yahoo.com

pengembangan berbagai komoditas budidaya laut di Maluku Utara. Pulau Maitara terletak diantara Pulau Ternate dan Tidore yang merupakan suatu lokasi strategis sentra pengembangan perikanan. Pengembangan komoditas perikanan dibutuhkan informasi kelimpahan fitoplankton, terutama interaksi berbagai faktor terhadap kelimpahan fitoplankton, interaksi yang positif akan menyebabkan populasi meningkat demikian pula sebaliknya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara beberapa parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan fitoplankton.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei hingga September dengan pengambilan sampel pada pertengahan Juni hingga akhir Juli 2006 di perairan Maitara Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara. Pengambilan sampel dilakukan pada 5 stasiun yang dianggap sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut yaitu di sebelah timur Pulau Maitara, karena di sebelah utara dan sebelah barat merupakan alur lalu lintas pelayaran, sedangkan di bagian selatan pulau merupakan perairan yang berhubungan dengan laut lepas, sehingga lokasi yang memungkinkan untuk budidaya rumput laut adalah di sebelah timur Pulau Maitara (antara Pulau Maitara dan Pulau Tidore) (Gambar 1). Sampling dilakukan sebanyak 4 (empat) kali (dengan periode waktu sampling dua minggu sekali) yaitu tanggal 18 Juni 2006 (periode I), 2 Juli 2006 (periode II), 16 Juli 2006 (periode III), dan 30 Juli 2006 (periode IV). Contoh air diambil dari bagian permukaan perairan dan disaring sebanyak 100 liter dengan menggunakan plankton net ukuran 25 μ m. Hasil penyaringan disimpan dalam botol volume 110 ml dan diawetkan dengan formalin 4%. Selanjutnya sampel tersebut diidentifikasi di

Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun dan diidentifikasi dengan panduan dari Davis (1955), Sachlan (1982), Yamaji (1979) dan Tomas (1997).

Kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan APHA (1989) sebagai berikut :

$$N = O_i/O_p \times V_r/V_o \times 1/V_s \times n/p$$

Keterangan :

N = Jumlah individu per liter

O_i = Luas gelas penutup preparat (mm²)

O_p = Luas satu lapangan pandang (mm²)

V_r = Volume air tersaring (ml)

V_o = Volume air yang diamati (ml)

V_s = Volume air yang disaring (L)

n = Jumlah fitoplankton pada seluruh lapangan pandang

p = Jumlah lapangan pandang yang teramati

Indeks Shannon-Wiener (H') digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman (*diversity index*) jenis, indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D) dihitung menurut Odum (1998) dengan rumus sebagai berikut :

1. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener :

$$H' = - \sum_{i=1}^n (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

2. Indeks keseragaman :

$$E = H'/H_{\max}$$

3. Indeks dominansi

$$D = \sum_{i=1}^n [n_i/N]^2$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

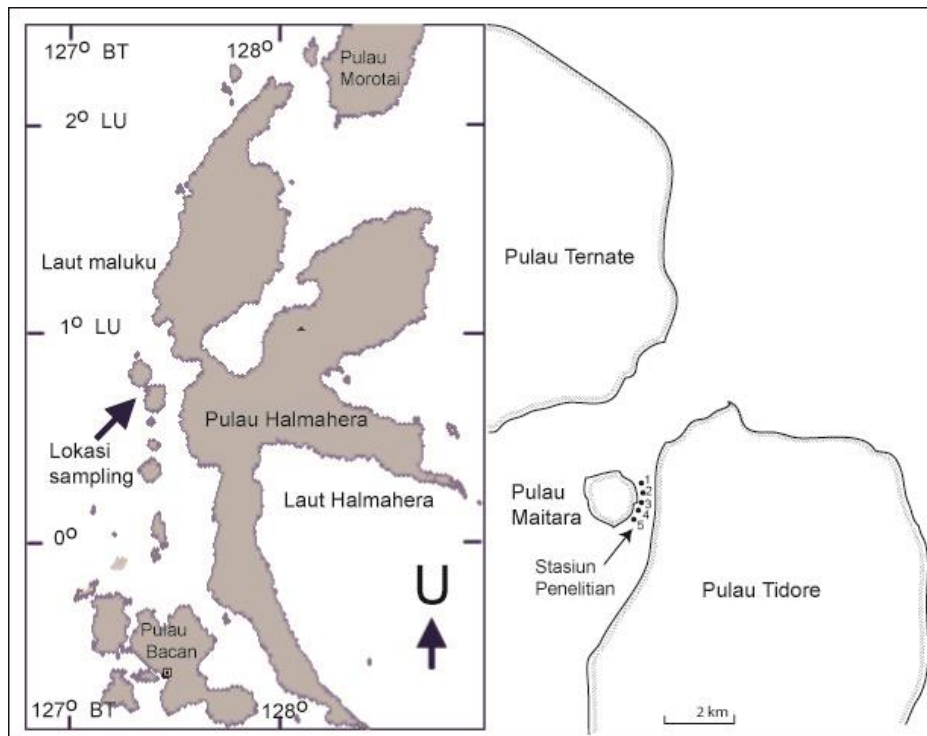
E = Indeks keseragaman

D = Indeks dominansi simpson

n_i = Jumlah individu genus ke-i

N = Jumlah total individu seluruh genera

H_{max} = Indeks keanekaragaman maksimum (= ln S, dimana S = jumlah jenis)



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Maitara, Kota Tidore Kepulauan yang dilakukan tanggal 18 Juni, 2, 16 dan 30 Juli 2006. Stasiun penelitian ditunjukkan oleh bulatan hitam (●) dari stasiun 1 hingga 5

Hasil dan Pembahasan

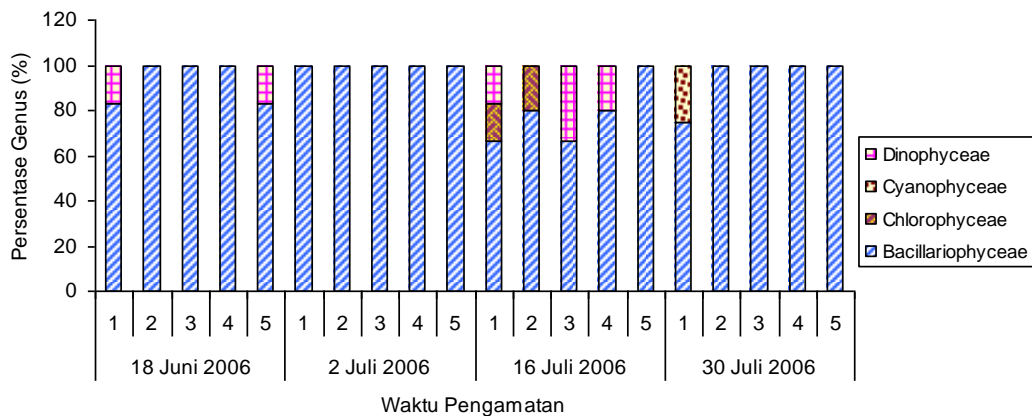
Komposisi Jenis dan Kelimpahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 12 genus fitoplankton dari 4

famili yaitu Bacillariophyceae (7 genus), Chlorophyceae (1 genus), Cyanophyceae (1 genus), dan Dinophyceae (3 genus) (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis fitoplankton yang ditemukan selama penelitian

Kelas	Spesies	Frekuensi (Ind/L)
Bacillariophyceae	<i>Biddulphia</i>	11768
	<i>Coscinodiscus</i>	3510
	<i>Diatoma</i>	242793
	<i>Licmophora</i>	207
	<i>Melosira</i>	207
	<i>Nitzschia</i>	133371
	<i>Rhizosolenia</i>	18581
Chlorophyceae	<i>Halosphaera</i>	619
Cyanophyceae	<i>Pelagothrix</i>	619
Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i>	413
	<i>Gyrodinium</i>	1032
	<i>Peridinium</i>	3510



Gambar 2. Komposisi fitoplankton yang ditemukan di perairan Maitara selama penelitian.

Kelas yang dijumpai pada semua stasiun dan waktu pengamatan adalah Bacillariophyceae, Dinophyceae didapatkan pada stasiun 1 dan 5 Periode I serta stasiun 1 dan 3 periode III, Chlorophyceae terdapat pada stasiun 1 dan 2 periode III, sedangkan kelas Cyanophyceae hanya diperoleh pada stasiun 1 periode IV (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kelas Bacillariophyceae memiliki penyebaran yang luas di perairan Maitara. Hal ini sesuai dengan penelitian Andriani (2004) di perairan pantai Kabupaten Luwu dan Yuliana (2006) di Teluk Kao bahwa kelas Bacillariophyceae merupakan kelas yang mendominasi genera pada setiap stasiun pengamatan dengan kelimpahan yang tinggi, kemudian diikuti oleh Dinophyceae. Kondisi serupa telah dilaporkan oleh Nybakken (1992) bahwa komposisi fitoplankton di laut didominasi oleh Bacillariophyceae.

Genus dari kelas Bacillariophyceae yang ditemukan pada semua stasiun dan periode pengamatan adalah *Nitzschia* dan *Rhizosolenia*. Sedangkan genus yang hanya didapatkan pada satu stasiun dan satu periode pengamatan adalah *Licmophora* di stasiun 2 (periode IV) dan *Melosira* di stasiun 4 (periode III). Hal ini sejalan dengan penelitian Yuliana (2006) di Teluk Kao bahwa jenis yang dominan dan ditemukan pada semua periode pengamatan adalah *Nitzschia* dan *Rhizosolenia*.

Kelimpahan fitoplankton yang diperoleh bervariasi antara setiap stasiun dan periode pengamatan, dengan nilai berkisar antara 5781 - 39227 individu/L, kelimpahan tertinggi pada stasiun 5 periode III (39227 individu/L) dan terendah pada stasiun 3 periode IV (5781 individu/L). Nilai kelimpahan yang diperoleh berdasarkan stasiun pengamatan berturut-turut dengan kisaran adalah stasiun 1 : 13213 - 18375 ind/L, stasiun 2 : 10736 - 51408 ind/L, stasiun 3 : 5781 - 24362 ind/L, stasiun 4 : 13420 - 39020 ind/L, dan stasiun 5 : 7845 - 39227 ind/L. Apabila nilai kelimpahan tersebut dijumlahkan per stasiun, maka diperoleh bahwa kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 2 (120778 ind/L) dan terendah pada stasiun 3 (59047 ind/L) (Gambar 3). Tingginya kelimpahan yang didapatkan pada stasiun 2 disebabkan oleh beberapa parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, nitrat, dan ortofosfat berada pada kisaran yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk mendukung pertumbuhannya. Kandungan nitrat pada stasiun ini adalah 0,09 - 1,38 mg/L dan ortofosfat adalah 0,17 - 0,20 mg/L (Tabel 2), nilai tersebut berada pada kisaran yang layak untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Menurut Mackentum (1969), untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9 - 3,5 mg/L dan ortofosfat adalah 0,09 - 1,80 mg/L. Lebih lanjut dijelaskan Bruno *et al.*

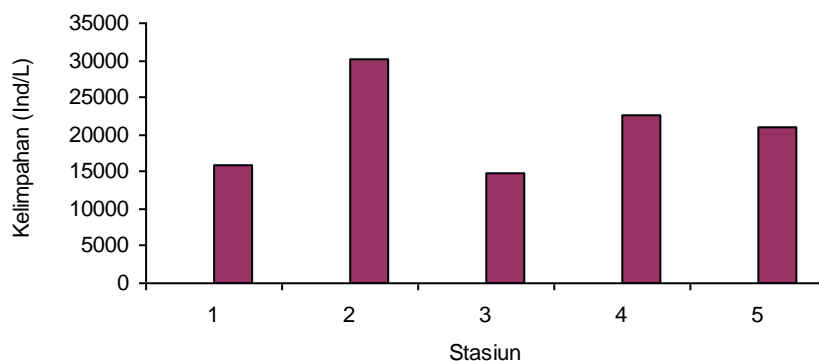
(1979 *cit* Sumardianto, 1995) bahwa kandungan ortofosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0,27 - 5,51 mg/L, dan jika kandungannya kurang dari 0,02 mg/L maka akan menjadi faktor pembatas. Hal ini dipertegas oleh Raymont (1980) bahwa fosfat merupakan salah satu unsur penting dalam pertumbuhan dan metabolisme tubuh Diatom.

Kelimpahan yang rendah pada stasiun 3 (Gambar 3) disebabkan oleh kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan dengan stasiun yang lain. Kandungan nitrat pada stasiun ini adalah 0,05 - 0,78 mg/L dan ortofosfat 0,11 - 0,13 mg/L (Tabel 3), sedangkan parameter-parameter yang lain tidak memberikan pengaruh yang signifikan karena mempunyai nilai yang hampir sama dengan stasiun yang lain.

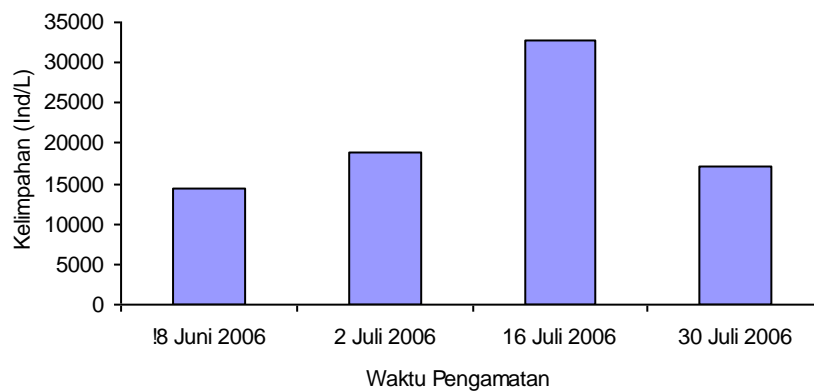
Kelimpahan fitoplankton berdasarkan periode pengamatan mempunyai nilai yang bervariasi dengan kisaran masing-masing adalah periode I : 7639 - 21472 ind/L, periode II : 7845 - 25188 ind/L, periode III : 13213 - 51408 ind/L, dan periode IV : 5781 - 33446 ind/L. Apabila nilai kelimpahan per periode pengamatan dijumlahkan, maka didapatkan nilai tertinggi pada periode III (164133 ind/L) dan terendah pada periode I (71847 ind/L) (Gambar 4). Tingginya kelimpahan yang diperoleh pada periode III disebabkan oleh

kandungan beberapa parameter fisika kimia perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton berada pada kisaran yang layak untuk menopang pertumbuhan fitoplankton, diantaranya adalah nutrisi. Kandungan nitrat pada periode ini adalah 0,01 - 2,24 mg/L dan ortofosfat yaitu 0,13 - 0,20 mg/L (Tabel 3), sedangkan kadar silikat pada periode ini hampir sama dengan periode-periode lainnya. Kadar silikat yang terukur selama penelitian memiliki kandungan yang rendah. Namun, masih dapat mendukung pertumbuhan fitoplankton. Hal ini didukung oleh pernyataan Turner (1980 *cit*. Widjaya *et al.*, 1994) bahwa bila kandungan silikat lebih rendah dari 0,5 mg/L maka fitoplankton khususnya Diatom tidak dapat berkembang dengan baik. Kelimpahan terendah yang didapatkan pada periode I disebabkan oleh parameter fisika kimia perairan yang kurang layak untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton pada saat itu.

Nilai kelimpahan fitoplankton yang didapatkan lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Yuliana & Tamrin (2005) di Kepulauan Guraici yang memperoleh nilai kelimpahan sebesar 912538 ind/L dan penelitian Yuliana (2005) di pesisir perairan Taliabu Sula dengan nilai kelimpahan sebesar 5454539 ind/L.



Gambar 3. Rerata kelimpahan (Ind/L) fitoplankton yang ditemukan pada masing-masing stasiun selama penelitian.



Gambar 4. Rerata kelimpahan (Ind/L) fitoplankton yang ditemukan pada tiap sampling.

Indeks-indeks Biologi

Indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D) memperlihatkan kekayaan jenis dalam suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu tiap jenis. Hasil perhitungan indeks-indeks tersebut disajikan pada Tabel 2.

Nilai indeks keanekaragaman fitoplankton yang diperoleh berbeda antara setiap stasiun dan waktu pengamatan, dengan kisaran nilai (H') = 0,6889 – 1,1841 (Tabel 2).

Tabel 2. Indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan dominasi (D) Fitoplankton antar waktu pengamatan di Perairan Maitara

Waktu Pengamatan	Stasiun	H'	E	D
Pertengahan Juni 2006 (18 Juni 2006)	1	1,0152	0,5666	0,4533
	2	0,8516	0,5291	0,5858
	3	0,9556	0,6893	0,4390
	4	1,0002	0,7215	0,4363
	5	1,1640	0,6497	0,3878
Awal Juli 2006 (2 Juli 2006)	1	0,6889	0,4969	0,6183
	2	0,8778	0,5454	0,5632
	3	0,9417	0,5851	0,5230
	4	0,7261	0,5237	0,6048
	5	0,7389	0,6726	0,5637
Pertengahan Juli 2006 (16 Juli 2006)	1	1,1841	0,6609	0,4297
	2	0,9795	0,6086	0,4275
	3	1,0521	0,5872	0,4194
	4	0,8619	0,5355	0,4867
	5	0,7798	0,5625	0,5077
Akhir Juli 2006 (30 Juli 2006)	1	0,8911	0,6428	0,4632
	2	0,9312	0,5786	0,4537
	3	0,8058	0,7335	0,4821
	4	1,0974	0,7916	0,3856
	5	0,9802	0,7071	0,4269

Nilai yang diperoleh tersebut termasuk dalam kategori rendah. Sebagaimana kriteria yang dikemukakan oleh Wilhm dan Dorris (1968 *cit.* Masson, 1981) bahwa nilai $H' \leq 2,3062$ adalah keanekaragaman rendah dan kestabilan komunitas rendah. Apabila tingkat kesuburan perairan dilihat berdasarkan nilai indeks keanekaragaman tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa perairan Maitara termasuk dalam kategori kesuburan rendah.

Indeks keseragaman antara setiap stasiun dan periode pengamatan memiliki kisaran (E) = 0,4969 – 0,7916 (Tabel 2). Nilai yang diperoleh tersebut termasuk dalam kategori tinggi dengan nilai di atas 0,5 atau mendekati 1, yang menunjukkan bahwa penyebaran individu tiap jenis relatif merata dan tidak ada kecenderungan terjadi dominansi oleh satu genera dari jenis yang ada.

Indeks dominansi menggambarkan ada tidaknya spesies yang mendominasi jenis

yang lain. Kisaran nilai indeks dominansi adalah (D) = 0,3856 – 0,6183 (Tabel 2), nilai yang ditemukan pada umumnya di bawah 0,5 yang berarti bahwa tidak ada spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies yang lain.

Parameter Fisika Kimia Perairan

Nilai beberapa parameter fisika kimia perairan yang terukur selama penelitian selengkapnya tertera pada Tabel 3.

Kadar nutrien yang didapatkan pada umumnya berada pada kisaran yang layak untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton, kecuali nilai silikat, dengan kisaran masing-masing adalah nitrat : 0,01 – 2,24 mg/L, ortofosfat : 0,09 – 0,28 mg/L, dan silikat : 0,040 – 0,042 mg/L (Tabel 3).

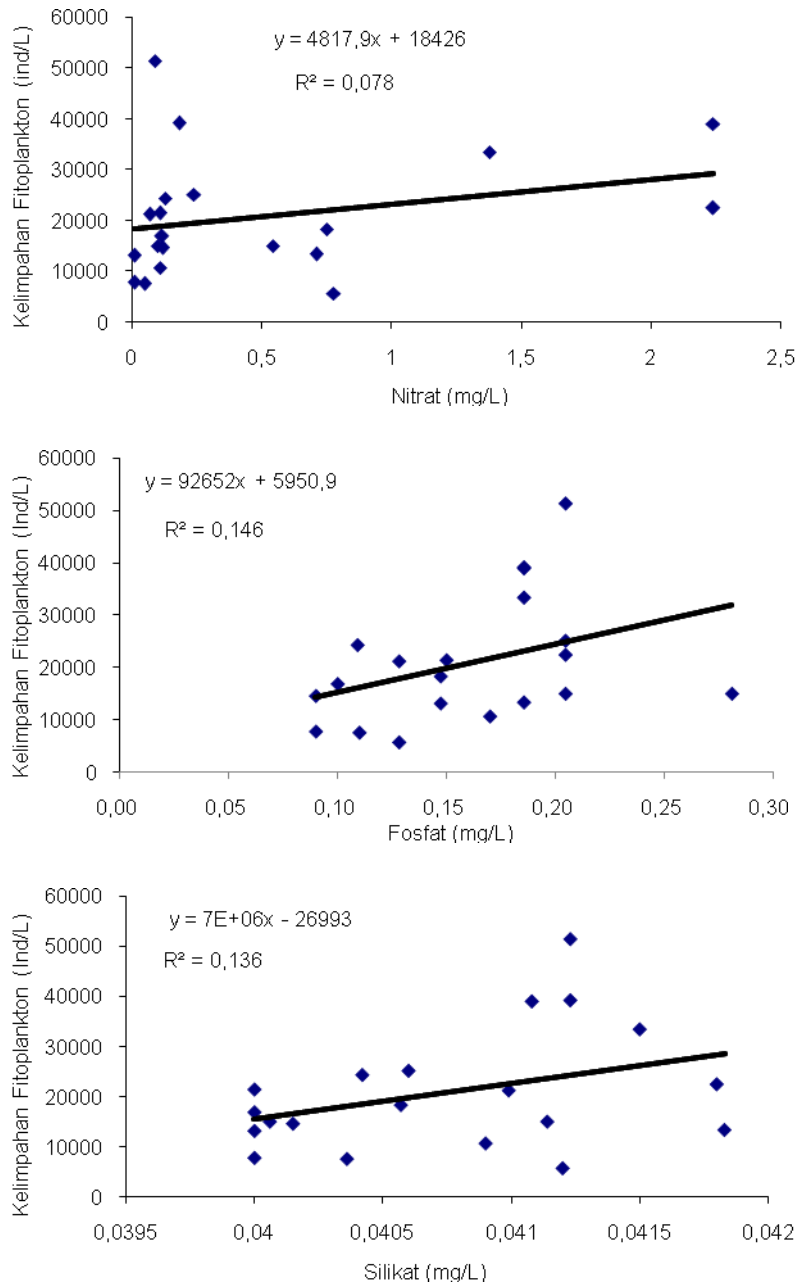
Kisaran nilai pH yang diperoleh adalah 6,21 – 8,27 (Tabel 3), nilai tersebut masih sesuai dengan yang dibutuhkan untuk kehidupan fitoplankton di perairan yaitu 6,5 – 8,0 (Pescod, 1973).

Tabel 3. Nilai parameter fisika-kimia perairan selama penelitian di perairan Maitara

Waktu Pengamatan	Stasiun	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Silikat (mg/L)	pH	Salinitas (‰)	Suhu (°C)	Kecerahan (m)
Pertengahan Juni 2006 (18 Juni 2006)	1	0,12	0,10	0,040	6,5	31,0	30,0	2,60
	2	0,11	0,17	0,041	6,5	31,0	30,0	1,20
	3	0,05	0,11	0,040	7,0	31,0	30,5	1,15
	4	0,10	0,20	0,040	7,1	31,0	30,5	1,35
	5	0,11	0,15	0,040	7,0	31,0	31,0	1,40
Awal Juli 2006 (2 Juli 2006)	1	0,12	0,09	0,040	6,21	30,0	30,0	2,75
	2	0,24	0,20	0,041	6,27	30,0	31,5	1,15
	3	0,13	0,11	0,040	8,27	32,0	30,2	1,10
	4	2,24	0,20	0,042	6,53	32,0	30,5	1,20
	5	0,01	0,09	0,040	7,90	35,0	31,0	1,40
Pertengahan Juli 2006 (16 Juli 2006)	1	0,01	0,15	0,040	7,10	31,0	29,0	2,35
	2	0,09	0,20	0,041	7,04	31,0	29,0	1,30
	3	0,07	0,13	0,041	7,10	31,5	29,0	1,95
	4	2,24	0,19	0,041	7,01	31,5	29,0	1,50
	5	0,18	0,19	0,041	7,92	32,0	30,0	1,20
Akhir Juli 2006 (30 Juli 2006)	1	0,75	0,15	0,041	8,0	30,0	28,4	2,50
	2	1,38	0,19	0,042	7,9	30,0	28,7	1,50
	3	0,78	0,13	0,041	7,8	30,0	29,5	1,30
	4	0,71	0,19	0,042	7,8	30,0	30,5	1,30
	5	0,54	0,28	0,041	7,9	30,0	30,1	1,50

Kandungan salinitas yang ditemukan selama penelitian adalah 30–35‰ (Tabel 3), nilai tersebut sesuai untuk fitoplankton. Sebagaimana dikemukakan oleh Sachlan (1982)

bahwa salinitas yang sesuai bagi fitoplankton laut adalah lebih besar dari 20‰ yang memungkinkan dapat hidup dan memperbanyak diri disamping aktif melakukan proses fotosintesis.



Gambar 5. Hubungan antara konsentrasi nutrisi terhadap kelimpahan fitoplankton di Perairan Maitara selama penelitian.

Suhu perairan yang terukur berkisar antara 28,4 – 31,5°C (Tabel 3), kisaran ini sesuai untuk pertumbuhan fitoplankton, tetapi bukan merupakan nilai yang optimum. Menurut Effendi (2004), kisaran suhu yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30°C. Nilai kecerahan yang dijumpai adalah 1,10 – 2,75 m (Tabel 3), nilai ini termasuk rendah. Pengaruh ekologis dari kecerahan akan menyebabkan penurunan penetrasi cahaya ke dalam perairan yang selanjutnya akan menurunkan fotosintesis dan produktivitas primer fitoplankton (Nybakken, 1992).

Keterkaitan antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia Perairan

Keterkaitan antara kelimpahan fitoplankton dengan parameter fisika-kimia perairan dianalisis dengan menggunakan analisis linear berganda. Dari hasil analisis didapatkan bahwa terdapat keterkaitan yang erat antara parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan fitoplankton ($R^2 = 0,796$) dan persamaan regresi $Y = 150190,2 + 36,589 \text{ nitrat} + 597,043 \text{ ortofosfat} + 1002598 \text{ silikat} + 25,289 \text{ pH} - 23,866 \text{ salinitas} - 561,222 \text{ suhu} - 56,973 \text{ kecerahan}$.

Apabila dianalisis lebih jauh ditemukan bahwa diantara parameter fisika-kimia perairan tersebut, yang mempunyai pengaruh yang paling erat dengan kelimpahan fitoplankton adalah pH ($R^2 = 0,646$) dengan persamaan regresi $Y = 12982,557 + 24,077 \text{ pH}$, sedangkan yang paling rendah pengaruhnya adalah salinitas ($R^2 = 0,058$) dan persamaan regresi $Y = 21725,029 - 5,657 \text{ salinitas}$.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa komposisi jenis fitoplankton didominasi oleh kelas Bacillariophyceae. Indeks-indeks biologi fitoplankton seperti indeks keanekaragaman (H') termasuk dalam

kategori rendah, indeks keseragaman (E) tergolong tinggi, serta dari nilai indeks dominansi dapat dijelaskan bahwa tidak ada spesies yang mendominasi spesies yang lain. Hasil analisis regresi linear berganda ditemukan bahwa terdapat keterkaitan yang erat antara parameter fisika-kimia perairan dengan kelimpahan fitoplankton.

Daftar Pustaka

- American Public Health Association (APHA). 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges. 17th ed. Amer. Publ. Health Association Inc., New York. 1527 p.
- Andriani. 2004. Analisis Hubungan Parameter Fisika-Kimia dan Klorofil-a dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Pantai Kabupaten Luwu. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 71 p.
- Davis, G.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press, USA. 526 p
- Effendi, H. 2004. Telaahan Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 258 p.
- Goldman, C. R. dan A.J. Horne. 1983. Limnology. Mc Graw-Hill International Book Company, New York. 464 p
- Mackentum, K.M. 1969. The Practice of Water Pollution Biology. United States Departement of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, Division of Technical Support. 411 p
- Masson, C.F. 1981. Biology of Fresh Water Pollution. Longman. Inc, New York. 250 p.

- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan dari Marine Biology : An Ecological Approach.* Alih Bahasa : M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta. 459 p.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan dari Fundamentals of Ecology.* Alih Bahasa Samingan, T. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta. 697 p.
- Pescod. M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries.* Bangkok : AIT.
- Raymont, J.E.G. 1980. *Plankton and Productivity in the Ocean.* New York : Mc. Millan Co.
- Reynolds, C.S., J.G. Tundisi and K. Hino. 1984. *Observation on a Metalimnetic Phytoplankton Population in a Stably Stratified Tropical Lake.* Arch. Hydrobiol. Argentina. 97:7 – 17.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi. Correspondence Course Centre. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.* 141 p.
- Sumardianto 1995. *Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat.* Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 57 p.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton.* Academic Press Harcourt & Company, San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto. 858 p.
- Widjaja, F., P. Suwignyo., S. Yulianda dan H. Effendi. 1994. *Komposisi Jenis, Kelimpahan dan Penyebaran Plankton Laut di Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat.* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 10 p.
- Yamaji, C.S. 1979. *Illustration of the Marine Plankton of Japan.* Hoikiska Publ. Co. Ltd., Japan. 572 p.
- Yuliana. 2005. *Komposisi dan Kelimpahan Plankton di Pesisir Taliabu Kepulauan Sula, Maluku Utara.* Belum dipublikasikan. 9 p.
- Yuliana. 2006. *Produktivitas Primer Fitoplankton pada Berbagai Periode Cahaya di Perairan Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara.* Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences). VIII (2): 215-222.
- Yuliana dan Tamrin. 2005. *Fluktuasi dan Kelimpahan Fitoplankton di Danau Laguna Ternate, Maluku Utara.* 11 p (belum dipublikasikan).