

Full Paper

PRODUKTIVITAS PRIMER FITOPLANKTON PADA BERBAGAI PERIODE CAHAYA DI PERAIRAN TELUK KAO, KABUPATEN HALMAHERA UTARA

PHYTOPLANKTON PRIMARY PRODUCTIVITY ON MANY LIGHT PERIODICITIES AT KAO BAY, NORTH HALMAHERA DISTRICT

Yuliana¹⁾

Abstract

The objective of this research was to know the phytoplankton primary productivity on light periodicities in Kao Bay. The research was conducted from November 2004 to February 2005 in Kao Bay, North Halmahera district. The primary productivity was measured at one station with 4 depths of 0, 5, 10, and 15 m. The oxygen contains in light and dark bottles converted to carbon production were used to measure the primary productivity. The light and dark bottles were incubated in 3 light periodicities, i.e. I (06.00-10.00 am), II (10.00 am-14.00 pm), and III (14.00-18.00 pm), and environmental parameter also measured, namely temperature, salinity, pH, nitrate, orthophosphate, and silicate concentration. The results showed that primary productivity (mgC/m³/hour) range from 60.051 to 341.599, the highest was occurred in II (1076.737) and lowest in I (666.342). The environmental parameters were temperature 30.8-32.2^oC, salinity 34-36‰, pH 7.62-7.77, nitrate 0.083-0.207 mg/l, orthophosphate 0.009-0.370 mg/l, and silicate 0.000-0.008 mg/l. There were 3 classes of phytoplankton: Bacillariophyceae (14 genera), Cyanophyceae (1 genera), and Dinophyceae (3 genera). It could be concluded that light period has significant influence on phytoplankton primary productivity.

Key words: Kao Bay, light periodicity, North Halmahera, phytoplankton, primary productivity

Pengantar

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah perairan pantai yang cukup luas. Wilayah tersebut banyak memiliki keunggulan, salah satu diantaranya adalah terdapatnya berbagai spesies biota laut yang memiliki nilai ekonomis. Organisme ini akan mengalami perubahan populasi tergantung pada kondisi perairan. Untuk dapat menentukan baik buruknya kondisi suatu perairan sebagai suatu ekosistem atau tempat hidup berbagai jenis biota, maka sangat penting diketahui kondisi perairan yang meliputi sifat fisik, kimia, dan biologis. Kondisi perairan yang baik dapat menopang kehidupan organisme air, yang salah satu indikatornya adalah laju produktivitas primer.

Produktivitas primer adalah jumlah bahan organik yang dihasilkan oleh organisme autotrof, yaitu organisme yang mampu menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi matahari, yang terutama dilakukan oleh fitoplankton melalui proses fotosintesis (Wetzel, 1983; Parsons *et al.*, 1984).

Produktivitas primer dari fitoplankton di laut merupakan salah satu sumber energi dan bahan organik yang dihasilkannya akan dimanfaatkan oleh organisme pada tingkat rantai makanan yang lebih tinggi. Faktor yang mempengaruhi produktivitas primer antara lain kelimpahan fitoplankton, cahaya matahari, dan nutrisi (Wetzel, 1983; Nybakken, 1992; Romimohtarto & Juwana, 2001).

¹⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun, Jl.Pertamina Kelurahan Gambesi Kecamatan Kota Ternate Selatan, Ternate, Maluku Utara. Telp: 0921-24380. Fax : 0921-23368. E-mail: yulianna@plasa.com.

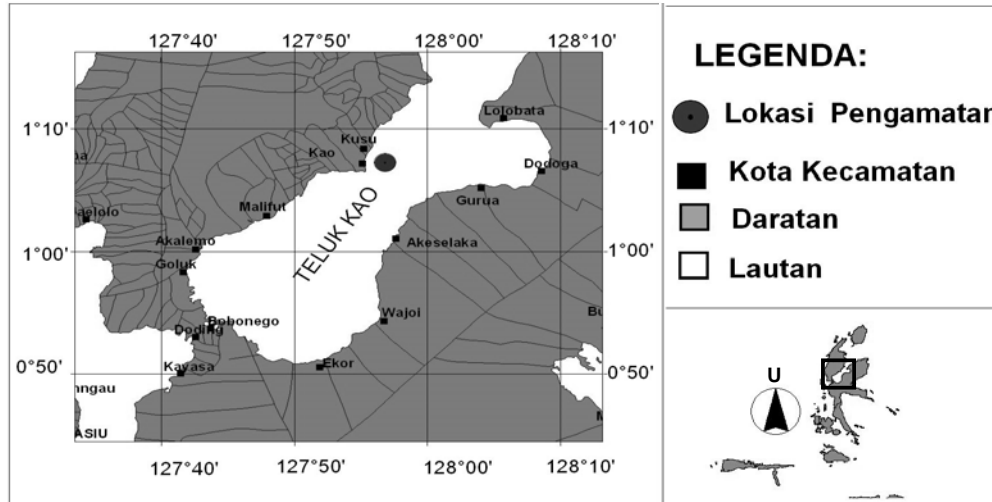
Cahaya matahari merupakan sumber energi dalam proses fotosintesis, dan jumlah energi yang diterima tergantung pada kualitas, kuantitas, dan lama periode penyinaran merupakan faktor abiotik utama bukan hara yang sangat menentukan laju produktivitas primer perairan. Periode cahaya yang berbeda akan memberikan nilai produktivitas primer yang berbeda pula. Pengukuran produktivitas primer selama ini dilakukan dengan memperhitungkan penyinaran matahari dan dilakukan inkubasi untuk menghitung besarnya produktivitas primer dalam suatu perairan.

Teluk Kao merupakan salah satu teluk yang terdapat di Pulau Halmahera. Teluk ini sangat potensial dan mempunyai sumberdaya perikanan yang besar sehingga menjadi tumpuan dari berbagai aktivitas masyarakat di sekitarnya. Mengingat tingginya sumberdaya perikanan tersebut maka diduga teluk ini mempunyai kandungan produktivitas primer yang tinggi dan berbeda antara setiap periode cahaya, yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang diterima oleh

permukaan air berbeda antara setiap waktu. Selain itu, sampai saat ini pengukuran produktivitas primer di Teluk Kao belum pernah dilakukan. Berdasarkan alasan tersebut, maka perlu dilakukan pengukuran produktivitas primer pada berbagai periode cahaya.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Kao Kabupaten Halmahera Utara (Gambar 1) pada bulan November 2004 hingga Februari 2005, yang meliputi persiapan penelitian (persiapan alat dan bahan), penentuan stasiun, pengambilan sampel, analisis sampel, dan analisis data. Pemilihan lokasi dilakukan berdasarkan pengamatan pendahuluan dengan memperhitungkan kondisi perairan yang relatif tenang dan dalam. Pengukuran dan pengambilan sampel dilakukan pada satu lokasi dengan empat kedalaman, yaitu 0 m, 5 m, 10 m, dan 15 m, yang terdiri atas tiga waktu (periode) inkubasi yaitu pukul 06.00-10.00 (periode I), 10.00-14.00 (periode II), dan 14.00-18.00 (periode III).



Gambar 1. Lokasi penelitian di Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara yang dilakukan dari bulan November 2004 sampai Februari 2005

Pengukuran produktivitas primer fitoplankton dilakukan dengan mengukur perbedaan kandungan oksigen terlarut dalam botol terang-gelap setelah diinkubasi pada periode waktu tertentu. Kandungan oksigen terlarut diukur dengan metode titrasi (metode standar Winkler). Perhitungan produktivitas primer dilakukan menurut Umaly & Cuvin (1988) dengan formula sebagai berikut:

Fotosintesis kotor (mgC/m³/jam) =

$$\frac{(O_2 \text{ BT}) - (O_2 \text{ BG}) (1000) \times 0.375}{(\text{PQ}) (t)}$$

Fotosintesis bersih (mgC/m³/jam) =

$$\frac{(O_2 \text{ BT}) - (O_2 \text{ BA}) (1000) \times 0.375}{(\text{PQ}) (t)}$$

dengan:

O₂ = oksigen terlarut (mg/l)

BT = botol terang

BG = botol gelap

BA = botol awal

PQ = hasil bagi fotosintesis (1,2)

t = lama inkubasi (jam)

Kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan persamaan menurut APHA (1989) sebagai berikut :

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

dengan :

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 plankton pada seluruh bidang pandang

p = Jumlah bidang pandang yang teramati

Identifikasi jenis fitoplankton dilakukan dengan menggunakan literatur dari Davis (1955), Yamaji (1979), dan Tomas (1997).

Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran parameter fisika-kimia perairan

seperti suhu, salinitas, dan pH, yang dilakukan secara *in situ*, sedangkan nitrat, ortofosfat, dan silikat dianalisis di laboratorium dengan metode spektrofotometer.

Perbedaan produktivitas primer pada berbagai periode cahaya dianalisis dengan menggunakan RAK (rancangan acak kelompok) seperti yang dikemukakan oleh Steel dan Torrie (1989) dengan model matematis sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + K_j + \varepsilon_{ij}$$

dengan :

Y_{ij} = Produktivitas primer

μ = nilai tengah umum

σ_i = Perlakuan ke-i (waktu inkubasi ke-i)

K_j = Kelompok ke-j (kedalaman ke-j)

ε_{ij} = Galat perlakuan

Analisis sidik ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Jika hasil sidik ragam memperlihatkan perbedaan, maka akan dilanjutkan dengan uji Tukey (HSD).

Hasil dan Pembahasan

Komposisi dan kelimpahan fitoplankton

Hasil pengamatan mendapatkan 18 genus dari 3 kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae (14 genus), Cyanophyceae (1 genus), dan Dinophyceae (3 genus) di lokasi penelitian (Tabel 1). Diantara ketiga kelas tersebut Bacillariophyceae merupakan kelas yang dominan pada semua periode dan kedalaman, selanjutnya diikuti oleh Dinophyceae. Hal ini sesuai dengan penelitian Yuliana (2002) di Teluk Lampung dan Andriani (2004) di perairan pantai Kabupaten Luwu bahwa kelas Bacillariophyceae merupakan kelas yang paling mendominasi genera pada setiap stasiun pengamatan dengan kelimpahan yang tinggi, kemudian diikuti oleh Dinophyceae dan Cyanophyceae. Kondisi ini merupakan hal yang umum terjadi di perairan laut seperti yang dikemukakan oleh Nybakken (1992) bahwa komposisi

fitoplankton di laut didominasi oleh Bacillariophyceae. Bacillariophyceae ditemukan dominan meskipun kandungan silikat di perairan ini rendah, hal ini kemungkinan disebabkan oleh sifat silika yang tidak larut dalam air sehingga pada waktu pengukuran mempunyai nilai yang rendah. Spenser (1975) *cit.* Tambaru (2000) menyatakan bahwa kadar silikat di lapisan permukaan perairan laut sangat rendah dan kadang-kadang tidak terdeteksi.

Tabel 1. Jenis kelimpahan plankton

No	Genus	Kelimpahan (individu/L)
Bacillariophyceae		
1.	<i>Biddulphia</i>	35098
2.	<i>Chaetoceros</i>	8258
3.	<i>Cocconeis</i>	2065
4.	<i>Cossinodiscus</i>	49550
5.	<i>Corethron</i>	22710
6.	<i>Diatom</i>	99099
7.	<i>Ditylum</i>	6194
8.	<i>Fragilaria</i>	8258
9.	<i>Melosira</i>	14452
10.	<i>Nitzschia</i>	3518018
11.	<i>Rhizosolenia</i>	786599
12.	<i>Surirella</i>	111486
13.	<i>Thalassiosira</i>	6194
14.	<i>Thalassiothrix</i>	1026089
Cyanophyceae		
1.	<i>Anabaena</i>	4129
Dinophyceae		
1.	<i>Ceratium</i>	10323
2.	<i>Gymnodinium</i>	4129
3.	<i>Peridinium</i>	10323

Genus dari kelas Bacillariophyceae yang dominan dan ditemukan pada semua periode pengamatan adalah *Chaetoceros*, *Cossinodiscus*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, dan *Surirella*. Sedangkan genus yang paling sedikit dan hanya dijumpai pada satu periode pengamatan yaitu *Biddulphia* di periode III dan *Melosira* di periode I. Hal ini sejalan dengan pernyataan Arinardi *et al.* (1994) bahwa jenis yang umum dijumpai di perairan laut Indonesia antara lain adalah *Chaetoceros*.

Kelimpahan fitoplankton pada setiap kedalaman disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa kelimpahan tertinggi fitoplankton pada setiap periode

cahaya dan kedalaman mempunyai nilai yang bervariasi.

Tabel 2. Kelimpahan dan persentase fitoplankton pada setiap periode di berbagai kedalaman di Perairan Teluk Kao

Periode	Kedalaman (m)	Kelimpahan (ind/l)	%
06.00-10.00	0	272523	31,73
	5	202327	23,56
	10	194061	22,60
	15	189940	22,12
Jumlah		858851	100
10.00-14.00	0	251877	25,20
	5	235760	23,58
	10	194069	19,41
	15	317943	31,81
Jumlah		999649	100
14.00-18.00	0	489302	12,66
	5	1746622	45,19
	10	718469	18,59
	15	910473	23,56
Jumlah		3864866	100

Kelimpahan tertinggi pada periode I terdapat di kedalaman 0 m (permukaan). Hal ini diduga karena pada kedalaman tersebut intensitas cahaya sesuai dengan kebutuhan fitoplankton. Intensitas cahaya saat itu belum merupakan faktor penghambat, sehingga fitoplankton cenderung semakin aktif berkembang biak dan bertahan pada kedalaman 0 m. Selain itu ada kemungkinan terjadi pergerakan fitoplankton menuju ke permukaan. Pada periode II kelimpahan tertinggi ditemukan pada kedalaman 15 m. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada saat itu intensitas cahaya semakin kuat masuk ke kolom perairan seiring dengan semakin besarnya sudut datang matahari yang menyebabkan kolom perairan dekat permukaan mempunyai cahaya yang lebih tinggi. Dengan alasan tersebut memungkinkan kelimpahan tertinggi ditemukan pada kedalaman 15 m. Pada periode III kelimpahan tertinggi diperoleh pada kedalaman 5 m. Hal ini erat kaitannya dengan kesesuaian intensitas cahaya bagi fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang. Diduga pada kedalaman 5 m tersebut intensitas cahaya sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton.

Secara umum pada semua periode dan kedalaman didapatkan bahwa kelimpahan tertinggi terdapat pada periode III yaitu 3864866 ind/l. Nilai kelimpahan ini termasuk tinggi bila dibandingkan dengan penelitian Yuliana & Ibrahim (2004) di Kepulauan Guraici yang mendapatkan kelimpahan fitoplankton sebesar 912538 ind/l.

Parameter kualitas air

Kandungan nitrat, ortofosfat, dan silikat yang diperoleh berturut-turut dengan kisaran 0,083-0,207 mg/l, 0,009-0,370 mg/l, dan 0,000-0,008 mg/l (Tabel 3). Kisaran nilai tersebut termasuk rendah dan bukan merupakan nilai yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton secara maksimal. Sebagaimana dijelaskan oleh Mackentum (1969) bahwa untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9-3,5 mg/l dan ortofosfat 0,09-1,80 mg/l. Tetapi kandungan hara (nitrat dan ortofosfat) yang didapatkan tersebut belum merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Bruno *et al.*, (1979 *dalam* Sumardianto, 1995) menemukan bahwa kandungan ortofosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0,27-5,51 mg/l, jika kandungannya kurang dari 0,02 mg/l maka akan menjadi faktor

pembatas. Nilai ortofosfat yang didapatkan di Teluk Kao belum merupakan faktor pembatas bahkan merupakan faktor yang menunjang pertumbuhan fitoplankton. Berdasarkan kandungan silikat yang diperoleh selama penelitian (Tabel 3) maka dapat dijelaskan bahwa fitoplankton di perairan Teluk Kao tidak dapat berkembang dengan baik, namun kandungan silikat yang rendah tersebut masih dapat digunakan dalam perkembangannya. Hal ini didukung oleh pernyataan Turner (1980) *cit.* Widjaja *et al.* (1994) bahwa bila kandungan silikat lebih rendah dari 0,5 mg/l maka fitoplankton khususnya Diatom tidak dapat berkembang dengan baik.

Suhu yang didapatkan selama penelitian adalah 31,2-32,2^oC. Kisaran ini masih sesuai untuk pertumbuhan fitoplankton, meskipun bukan merupakan suhu optimum, sebagaimana dikemukakan oleh Effendi (2003) bahwa kisaran suhu yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20-30^oC.

Nilai pH yang diperoleh selama penelitian adalah 7,62-7,77. Kisaran ini sesuai bagi pertumbuhan fitoplankton. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pescod (1973) bahwa pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton berkisar antara 6,5-8,0.

Tabel 3. Nilai parameter kualitas air di Perairan Teluk Kao, Maluku Utara

Waktu Inkubasi	Kedalaman (m)	Parameter					
		Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	Nitrat (mg/l)	Ortofosfat (mg/l)	Silikat (mg/l)
06.00-10.00	0	31,4	34	7,69	0,157	0,066	0,006
	5	31,1	35	7,72	0,157	0,028	0,006
	10	31,2	35	7,76	0,184	0,085	0,006
	15	31,2	35	7,72	0,117	0,162	0,006
10.00-14.00	0	32,2	36	7,76	0,090	0,047	0,008
	5	31,6	36	7,67	0,144	0,028	0,007
	10	31,5	35	7,62	0,130	0,009	0,008
	15	31,5	36	7,64	0,207	0,020	0,007
14.00-18.00	0	31,1	35	7,74	0,083	0,009	0,008
	5	31,1	35	7,74	0,124	0,066	0,008
	10	30,8	35	7,69	0,157	0,370	0,000
	15	31,3	35	7,77	0,170	0,028	0,007

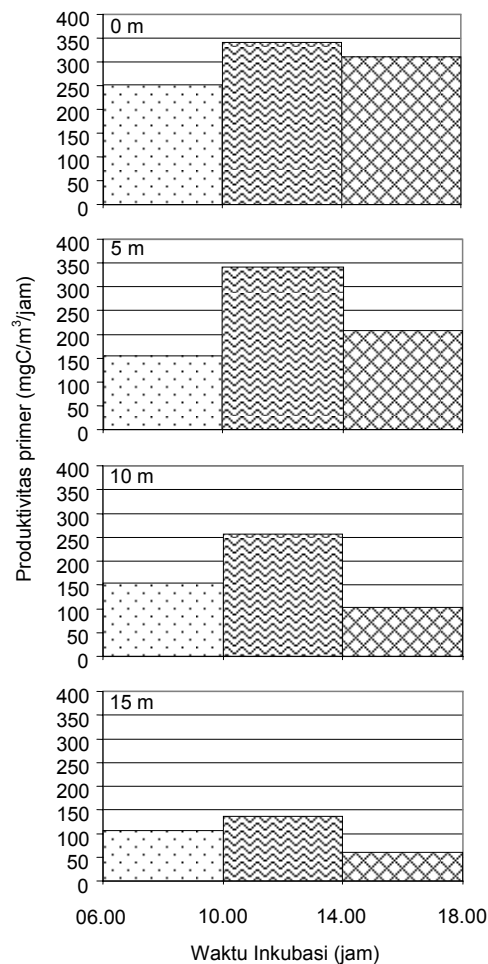
Salinitas yang ditemukan adalah 34-36 ‰, kisaran ini masih sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton serta bukan merupakan faktor pembatas. Menurut Sachlan (1982), salinitas yang sesuai bagi fitoplankton adalah lebih besar dari 20 ‰ yang memungkinkan fitoplankton dapat bertahan hidup, memperbanyak diri, dan aktif melakukan proses fotosintesis.

Produktivitas primer

Produktivitas primer yang didapatkan selama penelitian berkisar antara 60,051-341,599 mgC/m³/jam. Produktivitas primer pada periode I (06.00-10.00) diperoleh kisaran 105,439-251,627 mgC/m³/jam, periode II (10.00-14.00) 137,060-341,599 mgC/m³/jam, dan periode III (14.00-18.00) 60,051-310,359 mgC/m³/jam. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kandungan produktivitas primer tertinggi terdapat pada periode II, kemudian periode III, dan selanjutnya adalah pada periode I (Gambar 2). Secara komposit nilai produktivitas primer tertinggi didapatkan pada periode II dengan nilai 1076,738 mgC/m³/jam dan terendah pada periode I dengan nilai 666,342 mgC/m³/jam.

Tingginya nilai produktivitas primer pada periode II disebabkan oleh pemanfaatan cahaya yang lebih baik. Intensitas cahaya pada periode tersebut dimanfaatkan oleh fitoplankton secara maksimal. Disamping itu, pada periode inkubasi tersebut sudut datang cahaya semakin besar dan mencapai puncak penyinaran dengan sudut datang maksimum antara pukul 12.00-13.00 (Tambaru, 2000), seiring dengan semakin besarnya sudut datang cahaya matahari menyebabkan cahaya matahari semakin kuat dan besar masuk ke kolom perairan. Intensitas cahaya yang sampai ke permukaan perairan berpenetrasi kuat sampai ke kolom air karena sudut datang yang lebih besar menyebabkan intensitas lebih banyak masuk ke dalam perairan dan begitu pula sebaliknya (Parsons *et al.*, 1984). Hal ini tentunya berpengaruh terhadap pemanfaatan cahaya yang semakin besar

oleh fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis. Demikian pula, dalam hal penyesuaian cahaya oleh fitoplankton dalam melakukan aktivitasnya, diduga telah tercapai pada periode II. Hal ini disebabkan oleh penyesuaian tersebut telah berlangsung pada saat matahari mulai ada sejak pukul 06.00 pagi, sehingga intensitas cahaya yang ada secara keseluruhan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk proses fotosintesis.



Gambar 2. Nilai produktivitas primer fitoplankton pada masing-masing periode waktu inkubasi pada berbagai kedalaman perairan di Teluk Kao

Periode I merupakan waktu inkubasi yang memberikan hasil yang paling rendah diantara ketiga periode inkubasi tersebut. Hal ini diduga pada saat inkubasi, fitoplankton baru melakukan taraf penyesuaian dengan kondisi intensitas cahaya yang baru masuk ke dalam perairan (pagi hari). Jenis-jenis fitoplankton pada saat itu baru melakukan penyesuaian ke lapisan air dimana intensitas cahaya sesuai dengan kebutuhan dan perkembangannya. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Jeffries & Mills (1996 *cit.* Effendi, 2003) bahwa intensitas cahaya sangat berpengaruh pada tingkah laku organisme akuatik. Alga planktonik memperlihatkan respon terhadap intensitas cahaya yang ada, sehingga melakukan pergerakan vertikal ke kolom air. Periode penyesuaian ini menyebabkan aktivitas fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis belum berjalan secara optimal. Selain itu, kemungkinan cahaya yang ada masih merupakan faktor pembatas sehingga pemanfaatan cahaya oleh fitoplankton dalam melakukan proses fotosintesis belum maksimal. Fenomena-fenomena tersebut menyebabkan kandungan produktivitas primer pada periode ini lebih rendah daripada periode II dan III.

Berdasarkan hasil analisis statistik terhadap berbagai periode waktu inkubasi menunjukkan bahwa perbedaan periode waktu inkubasi sangat mempengaruhi produktivitas primer fitoplankton di perairan Teluk Kao. Hasil uji BNT (beda nyata terkecil) memperlihatkan bahwa produktivitas primer tertinggi didapatkan pada periode II (10.00-14.00), lalu periode III (14.00-18.00), dan terakhir periode I (06.00-10.00).

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai produktivitas primer berkisar antara 60.051-341.599 mgC/m³/jam, dengan nilai tertinggi pada periode

cahaya II (1076,738 mgC/m³/jam) dan terendah pada periode cahaya I (666,342 mgC/m³/jam)

2. Periode inkubasi berpengaruh terhadap nilai produktivitas primer fitoplankton
3. Ditemukan 3 kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae, dan Dinophyceae

Saran

Perlu penelitian lanjutan untuk melihat nilai produktivitas primer tahunan di Teluk Kao, mengingat besarnya potensi sumberdaya di perairan ini.

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.
- Arinardi, O. H., Trimaningsih, dan Sudirjo. 1994. Pengantar tentang Plankton serta Kisaran Kelimpahan dan Plankton Predominan di Sekitar Pulau Jawa dan Bali. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. 7 p.
- Davis, G.C. 1955. The Marine and Freshwater Plankton. Michigan State University Press, USA. 526 p
- Effendi, H. 2003. Telaahan Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 258 p.

- Mackentum, K.M. 1969. *The Practice of Water Pollution Biology*. United States Department of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, Division of Technical Support. 411 p.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan dari *Marine Biology : An Ecological Approach*. Alih Bahasa : M. Eidman, Koeseobiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta. 459 p.
- Parsons, T.R., M. Takashi, and B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press, Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris-Frankfurt. 330 p.
- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries*. AIT, Bangkok. 270 p.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana. 2001. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta. 527 p.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Correspondence Course Centre. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta. 141 p.
- Steel, R.G.D dan J.H Torrie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Terjemahan oleh B. Sumantri. Gramedia, Jakarta. 748 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.
- Tambaru, R. 2000. *Pengaruh Waktu Inkubasi terhadap Produktivitas Primer di Perairan Teluk Hurun*. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 81 p.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press Harcourt & Company, San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto. 858 p.
- Umaly, R.C and L. A Cuvin. 1988. *Limnology: Laboratory and Field Guide Physico-Chemical Factors, Biology Factors*. National Book Store Publ., Manila. 179 p.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 743 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. 2002. *Hubungan antara Kandungan Nutrien dan Intensitas Cahaya dengan Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Teluk Lampung*. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 87 p.
- Yuliana dan T. A. Ibrahim. 2004. *Komposisi dan Kelimpahan Plankton di Kepulauan Guraici Kabupaten Halmahera Selatan Maluku Utara*. 12 p. (Belum dipublikasikan).