

Full Paper

**FLUKTUASI DAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON DI DANAU LAGUNA TERNATE
MALUKU UTARA**

**FLUCTUATION AND ABUNDANCE OF PHYTOPLANKTON AT LAGUNA LAKE
TERNATE, NORTH MOLUCCAS**

Yuliana^{*)} dan Tamrin^{*)}

Abstract

The objective of this research was to know the fluctuation and abundance of phytoplankton at Laguna Lake, North Moluccas. This research was conducted for 3 periods, from June to July 2005. Sampling of plankton were taken biweekly in 4 stations and 3 depths (0, 5, and 10 m) by filtration method. The results showed that there were 9 genera from 3 classes: Bacillariophyceae (6 genera), Cyanophyceae (2 genera), and Dinophyceae (1 genera). Plankton abundance on period I ranged 1.14×10^4 - 3.49×10^4 ind/l, period II ranged 7.64×10^3 - 4.73×10^4 ind/l, and period III ranged 9.29×10^3 - 3.78×10^4 ind/l, the highest on period II (3.19×10^5 ind/l) and the lowest on period I (2.49×10^5 ind/l). The phytoplankton abundance in each station were station 1 = 9.29×10^3 - 4.73×10^4 ind/l, station 2 = 1.51×10^4 - 4.52×10^4 ind/l, station 3 = 7.64×10^3 - 3.45×10^4 ind/l, and station 4 = 1.14×10^4 - 3.49×10^4 ind/l. The highest phytoplankton abundance was in station 2 (2.45×10^5 ind/l) and the lowest in station 4 (1.68×10^5 ind/l). Whereas, phytoplankton abundance based on depth were 0 m = 9.29×10^3 - 3.92×10^4 ind/l, 5 m = 7.64×10^3 - 4.73×10^4 ind/l, and 10 m = 1.18×10^5 - 3.7×10^5 ind/l, the highest on 10 m (2.91×10^5 ind/l) and the lowest on 0 m (2.49×10^5 ind/l). The range value of biological index such as diversity index (H') on period I was 0.5276-1.1853, period II was 0.6138-1.1635, and period III was 0.6276-1.2264; equitability index (E) on period I was 0.4422-0.8550, period II was 0.4725-0.8393, and period III was 0.5674-0.8575; and dominant index (D) on period I was 0.3403-0.7032, period II was 0.3584-0.6597, and period III was 0.3195-0.6647.

Key words: abundance, fluctuation, phytoplankton, Laguna Lake, Ternate

Pengantar

Danau merupakan perairan umum dengan ekosistem terbuka yang pembentukannya baik melalui aktivitas gunung berapi (danau vulkanik) maupun akibat gempa bumi (danau tektonik). Perairan ini cukup kompleks dan memiliki berbagai jenis biota yang berasosiasi di dalamnya. Biota-biota tersebut akan mengalami perubahan populasi bergantung pada kondisi perairan. Untuk dapat menentukan baik buruknya kondisi perairan, maka seharusnya diketahui kondisi sifat fisik, kimia, dan biologi perairan tersebut. Salah

satu jenis biota yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi suatu perairan adalah plankton yang terdiri atas fitoplankton dan zooplankton.

Fitoplankton adalah tumbuhan renik yang hidup dalam air dan menempati posisi sebagai produsen tingkat pertama atau dasar dari mata rantai makanan di perairan (Odum, 1998). Fitoplankton dapat berperan sebagai salah satu dari parameter ekologi yang dapat menggambarkan bagaimana kondisi ekologi suatu perairan dan merupakan salah satu parameter tingkat kesuburan suatu perairan (Dawes, 1981;

^{*)} Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun Ternate, Kampus Gambesi, Maluku Utara. Telp : 0921-3110907. Fax : 0921-3110901.

^{*)} Penulis untuk korespondensi: E-mail: yuliana@plasa.com dan yulianarecar@yahoo.com.

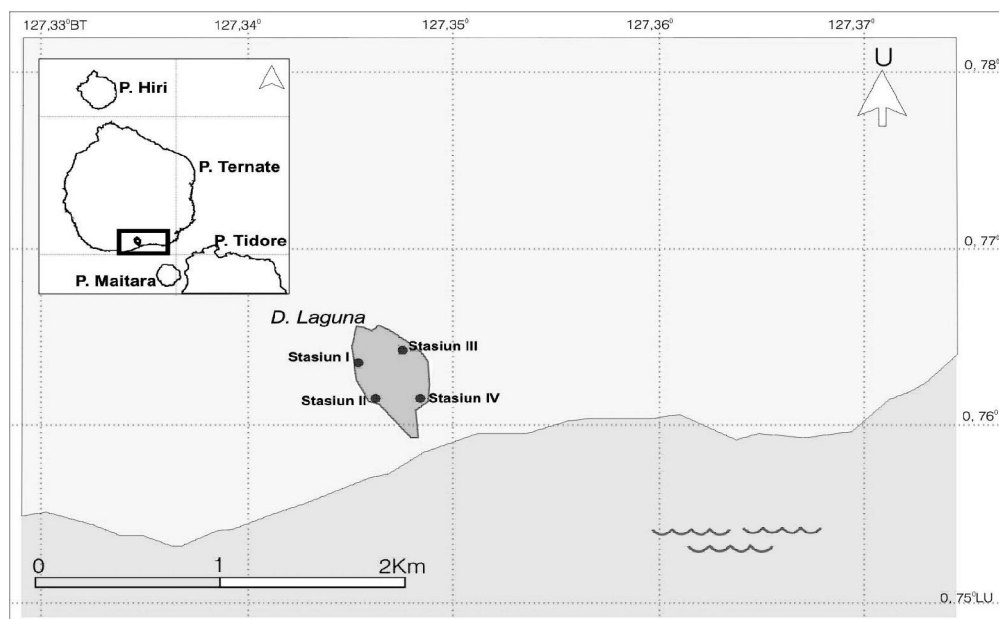
Odum, 1998). Oleh karena itu, kehadirannya di suatu perairan dapat menggambarkan karakteristik suatu perairan apakah berada dalam kondisi subur atau tidak. Keberadaan fitoplankton di dalam ekosistem perairan (terutama perairan danau) adalah sangat penting, karena dapat menunjang zat-zat anorganik menjadi organik dengan bantuan cahaya matahari melalui proses fotosintesis.

Danau Laguna merupakan salah satu danau yang ada di Pulau Ternate. Danau ini telah dimanfaatkan sebagai kawasan pariwisata dan lokasi budidaya keramba jaring apung (KJA). Danau Laguna berpotensi menjadi danau yang mempunyai tingkat kesuburan yang sangat tinggi (eutrofik) disebabkan oleh jumlah KJA yang meningkat setiap tahun. Hal ini dapat berpengaruh terhadap produktivitas perairan. Salah satu diantaranya adalah dapat meningkatkan unsur hara (nitrogen dan fosfor) yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan dan sisa metabolisme ikan. Muatan unsur hara yang berlebihan ini dapat merangsang pertumbuhan fito-

plankton dengan cepat dan berlimpah sehingga dapat mempengaruhi fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton di Danau Laguna.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli 2005 di Danau Laguna Ternate, Maluku Utara (Gambar 1), yang terdiri atas 3 (tiga) waktu pengambilan sampel (periode), dengan selang waktu sampling 2 minggu sekali yaitu pada tanggal 5 dan 19 Juni, serta 3 Juli 2005, pada 4 stasiun dan 3 kedalaman (0, 5, dan 10 meter), pengambilan sampel pada masing-masing kedalaman menggunakan water sampler. Contoh air disaring sebanyak 30 liter menggunakan plankton net ukuran 25 μm . Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol volume 110 ml dan diawetkan dengan formalin 4%. Selanjutnya sampel tersebut diidentifikasi di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun, dengan berpedoman pada buku identifikasi Davis



Gambar 1. Lokasi penelitian di Danau Laguna Ternate yang dilakukan dari bulan Juni sampai Juli 2005

(1955), Needham & Needham (1963), dan Sachlan (1982).

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

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

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 (l)

V_s = Volume air yang disaring (l)

n = Jumlah plankton 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 :

- Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener :

$$H' = - \sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

- Indeks keseragaman :

$$E = H'/H'_{max}$$

- Indeks dominansi :

$$D = \sum [n_i/N]^2$$

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)

Hasil dan Pembahasan

Komposisi jenis

Berdasarkan hasil pencacahan fitoplankton, ditemukan 9 genus dari 3 kelas

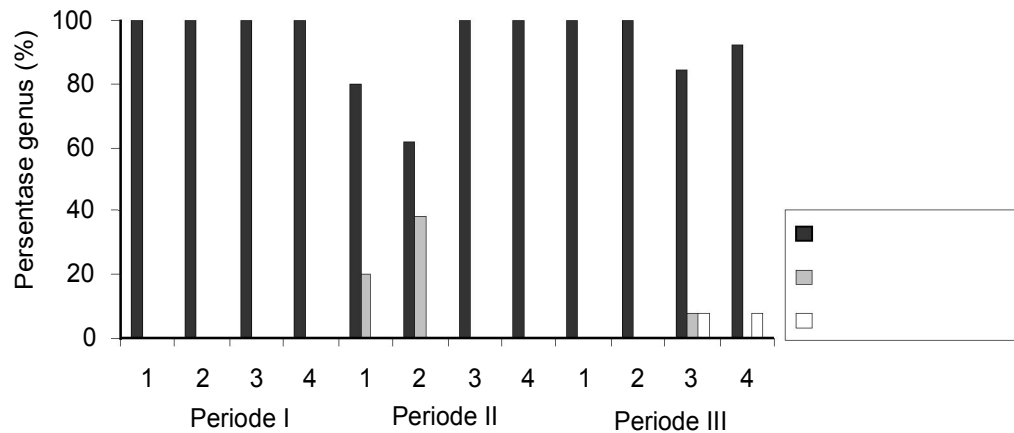
yaitu Bacillariophyceae (6 genus), Cyanophyceae (2 genus), dan Dinophyceae (1 genus). Diantara ketiga kelas tersebut, kelas yang terdapat pada semua stasiun dan periode pengamatan adalah Bacillariophyceae, sedangkan kelas Dinophyceae hanya ditemukan pada periode III (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kelas Bacillariophyceae memiliki penyebaran yang luas di perairan Danau Laguna sedangkan Dinophyceae mempunyai penyebaran yang lebih sempit. Lebih lanjut dijelaskan oleh Polligher (1986) bahwa laju pertumbuhan spesifik Dinophyceae rendah dan regenerasinya lebih lama dibandingkan dengan jenis alga lainnya.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Umar (2003) di Waduk Ir. Juanda Jatiluhur yang menemukan bahwa kelas yang dominan adalah Chlorophyceae. Di perairan tawar, khususnya danau dan waduk fitoplankton yang dominan dan mempunyai penyebaran yang luas serta memegang peranan penting dalam rantai makanan adalah Bacillariophyceae, Cyanophyceae, dan Chlorophyceae (Ruttner, 1965; Boney, 1975; Sellers & Markland, 1987; Noryadi, 1998; Simamata, 1998).

Sebaran komposisi fitoplankton pada keempat stasiun pengamatan di Danau Laguna yaitu stasiun 1 ditemukan 6 genera dari 2 kelas, stasiun 2 ditemukan 6 genera dari 2 kelas, stasiun 3 ditemukan 6 genera dari 3 kelas, dan stasiun 4 ditemukan 6 genera dari 2 kelas. Genus yang paling banyak ditemukan dari kelas Bacillariophyceae adalah *Diatoma* dan *Nitzschia*, kedua genus ini ditemukan pada semua periode, stasiun, dan kedalaman, sedangkan *Biddulphia* hanya dijumpai pada periode I, stasiun 1 kedalaman 5 meter.

Kelimpahan

Kelimpahan fitoplankton yang ditemukan selama penelitian baik antar periode pengamatan, antar stasiun, maupun antar

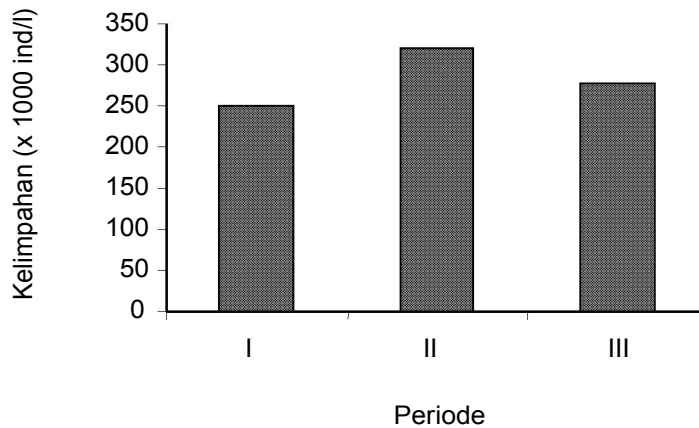


Gambar 2. Komposisi kelas fitoplankton yang ditemukan pada tiap stasiun selama penelitian di Danau Laguna Ternate Maluku Utara.

kedalaman perairan bervariasi. Selama 3 periode pengamatan, kelimpahan fitoplankton yang didapatkan berkisar antara $7,64 \times 10^3$ - $4,73 \times 10^3$ ind/l (Tabel 1), dengan kisaran nilai masing-masing periode adalah periode I = $1,14 \times 10^4$ - $3,49 \times 10^4$ ind/l, periode II = $7,64 \times 10^3$ - $4,73 \times 10^4$ ind/l, dan periode III = $9,29 \times 10^3$ - $3,78 \times 10^4$ ind/l. Apabila pada setiap periode pengamatan dijumlahkan, maka diperoleh kelimpahan tertinggi pada periode II ($3,19 \times 10^5$ ind/l) dan terendah pada periode I ($2,49 \times 10^5$ ind/l) (Gambar 3). Tingginya nilai kelimpahan yang diperoleh pada periode II disebabkan oleh parameter-parameter lingkungan yang mempengaruhi kehidupan dan perkembangan fitoplankton pada periode ini sesuai. Pada periode II kandungan nutrisi (nitrat dan ortofosfat) berada pada kisaran yang optimum untuk mendukung perkembangan fitoplankton. Kisaran nilai nitrat adalah 1,20-2,50 mg/l. Nilai tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Mackentum (1969) bahwa untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9-3,5 mg/l. Begitupun dengan kandungan ortofosfat pada periode ini berada pada kisaran yang layak dengan nilai antara 0,10-0,30 mg/l. Mackentum (1969) menyatakan bahwa kandungan

ortofosfat yang optimum untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 0,09-1,80 mg/l. Demikian pula pada periode ini intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan cukup untuk aktivitas fotosintesis. Selama periode ini tidak pernah turun hujan, sehingga pertumbuhan fitoplankton lebih pesat dibandingkan dengan periode yang lain. Sedangkan nilai parameter fisika-kimia perairan lainnya seperti suhu dan pH relatif tidak berpengaruh antara setiap periode dengan nilai yang tidak jauh berbeda. Suhu dan pH memiliki nilai yang relatif konstan selama penelitian, dengan nilai masing-masing adalah suhu 29-30°C dan pH 7-8.

Nilai terendah yang diperoleh pada periode I disebabkan oleh kandungan nutrisi (nitrat dan ortofosfat) berada pada kisaran yang tidak optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. Kisaran nilai nutrisi yang diperoleh pada periode ini masing-masing adalah nitrat 0,42-1,70 mg/l dan ortofosfat 0,05-0,09 mg/l. Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh Mackentum (1969) bahwa untuk pertumbuhan optimal fitoplankton memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0,9-3,5 mg/l dan ortofosfat adalah 0,09-1,80 mg/l.



Gambar 3. Kelimpahan fitoplankton berdasarkan periode pengamatan di Danau Laguna Ternate Maluku Utara

Kelimpahan antar stasiun pengamatan memiliki nilai yang bervariasi dengan nilai masing-masing adalah stasiun 1 = $9,29 \times 10^3$ - $4,73 \times 10^4$ ind/l, stasiun 2 = $1,51 \times 10^4$ - $4,52 \times 10^4$ ind/l, stasiun 3 = $7,64 \times 10^3$ - $3,45 \times 10^4$ ind/l, dan stasiun 4 = $1,14 \times 10^4$ - $3,49 \times 10^4$ ind/l. Apabila nilai kelimpahan pada setiap stasiun selama penelitian dijumlahkan, maka diperoleh nilai tertinggi pada stasiun 2 ($2,45 \times 10^5$ ind/l) dan terendah pada stasiun 4 ($1,68 \times 10^5$ ind/l) (Gambar 4). Tingginya kelimpahan yang diperoleh pada stasiun 2 disebabkan oleh kandungan unsur hara, bahan organik, dan fisika-kimia air lainnya cukup tinggi dan cocok untuk kehidupan fitoplankton dibandingkan dengan stasiun yang lain, sehingga memungkinkan terjadi pertumbuhan dan perkembangan sel fitoplankton yang lebih baik pada stasiun ini. Kandungan nutrisi pada stasiun 2 selama penelitian adalah nitrat dengan kisaran 1,70-2,50 mg/l dan ortofosfat berkisar antara 0,09-0,30 mg/l, nilai tersebut berada pada kisaran yang optimum, sehingga memungkinkan fitoplankton dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Sedangkan intensitas cahaya yang sangat berperan dalam proses fotosintesis setiap stasiun relatif tidak berpengaruh. Hal ini dapat dilihat dari nilai kecerahan yang hampir

sama pada semua stasiun, dengan nilai 0,5-8 meter. Selain itu, stasiun 2 merupakan lokasi budidaya ikan dalam KJA dengan jumlah unit yang lebih banyak dibandingkan dengan stasiun yang lain, yang menyebabkan masukan nutrisi dari sisa pakan yang terbuang lebih banyak, sehingga memungkinkan terjadi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton yang lebih baik pada stasiun ini. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Kimmel & Groeger (1984) dan Thornton *et al.* (1990) bahwa ketersediaan unsur hara dan cahaya yang cukup dapat digunakan oleh fitoplankton untuk perkembangannya.

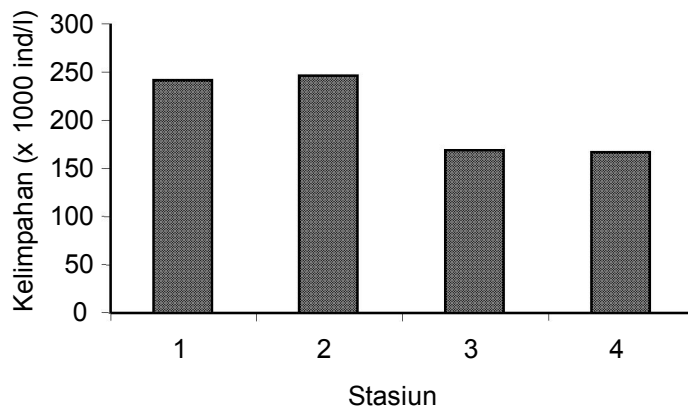
Nilai terendah yang ditemukan pada stasiun 4 disebabkan oleh kandungan unsur hara (nitrat dan ortofosfat) pada stasiun ini lebih rendah. Kisaran nilai nitrat adalah 0,20-1,10 mg/l dan ortofosfat yaitu 0,05-0,10 mg/l. Kisaran nilai yang didapatkan tersebut bukan merupakan nilai yang layak sehingga fitoplankton tidak dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Di samping itu, lokasi ini bukan merupakan areal untuk KJA sehingga masukan unsur hara dari sisa pakan tidak ada.

Nilai kelimpahan fitoplankton secara vertikal bervariasi antar setiap kedalaman,

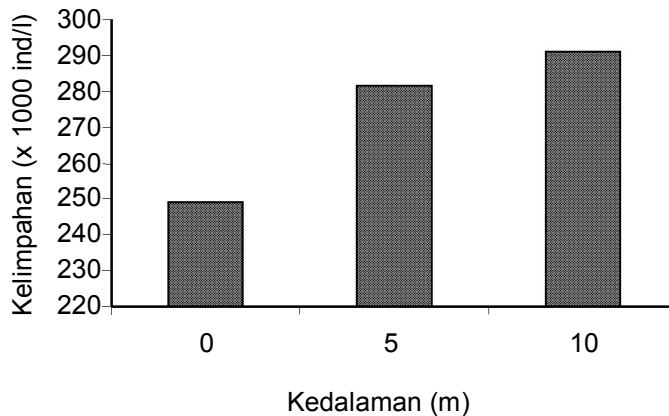
berturut-turut dengan kisaran: 0 m = $9,29 \times 10^3$ - $3,92 \times 10^4$ ind/l, 5 m = $7,64 \times 10^3$ - $4,73 \times 10^4$ ind/l, dan 10 m = $1,18 \times 10^5$ - $3,7 \times 10^5$ ind/l. Apabila nilai kelimpahan antara setiap kedalaman selama penelitian dijumlahkan, maka didapatkan nilai tertinggi pada kedalaman 10 m ($2,91 \times 10^5$ ind/l) dan terendah pada kedalaman 0 m ($2,49 \times 10^5$ ind/l) (Gambar 5). Perbedaan nilai kelimpahan yang dijumpai berdasarkan kedalaman lebih banyak dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Cahaya merupakan faktor esensial disamping nutrisi yang sangat mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan fitoplankton. Dengan ketersediaan cahaya yang cukup dan sesuai akan menyebabkan kelimpahan tinggi, demi-

kian pula sebaliknya, apabila dalam suatu perairan keberadaan cahaya sangat kurang maka kelimpahan fitoplankton juga akan semakin menurun.

Tingginya kelimpahan yang diperoleh pada kedalaman 10 meter diduga pada saat pengambilan sampel (pukul 08.00 WIT), fitoplankton masih terkonsentrasi di dasar perairan akibat tidak adanya intensitas cahaya (malam hari). Ketika intensitas cahaya semakin melemah bahkan hilang sama sekali (kondisi malam hari), kebanyakan fitoplankton berada di dekat dasar perairan. Selain itu, tingginya kelimpahan pada kedalaman ini berkaitan dengan daya apung fitoplankton, karena genus yang dominan dari kelas



Gambar 4. Kelimpahan fitoplankton berdasarkan stasiun pengamatan di Danau Laguna Ternate Maluku Utara



Gambar 5. Kelimpahan fitoplankton berdasarkan kedalaman (0, 5 dan 10 m) di perairan Danau Laguna Ternate Maluku Utara

Tabel 1. Kelimpahan fitoplankton (individu/liter) yang ditemukan selama penelitian di Danau Laguna Temate Maluku Utara

Waktu pengamatan	Stasiun	Kedalaman	Kelimpahan (ind/l)
Periode I	1	0	$2,77 \times 10^4$
		5	$1,84 \times 10^4$
		10	$1,67 \times 10^4$
	2	0	$1,51 \times 10^4$
		5	$2,11 \times 10^4$
		10	$2,77 \times 10^4$
	3	0	$2,29 \times 10^4$
		5	$2,42 \times 10^4$
		10	$1,18 \times 10^4$
	4	0	$1,14 \times 10^4$
		5	$3,49 \times 10^4$
		10	$1,78 \times 10^4$
Periode II	1	0	$3,78 \times 10^4$
		5	$4,73 \times 10^4$
		10	$3,32 \times 10^4$
	2	0	$3,92 \times 10^4$
		5	$4,52 \times 10^4$
		10	$1,84 \times 10^4$
	3	0	$1,28 \times 10^4$
		5	$7,64 \times 10^3$
		10	$2,44 \times 10^4$
	4	0	$2,04 \times 10^4$
		5	$9,91 \times 10^3$
		10	$2,27 \times 10^4$
Periode III	1	0	$9,29 \times 10^3$
		5	$1,26 \times 10^4$
		10	$3,78 \times 10^4$
	2	0	$1,89 \times 10^4$
		5	$2,75 \times 10^4$
		10	$3,24 \times 10^4$
	3	0	$1,34 \times 10^4$
		5	$1,67 \times 10^4$
		10	$3,45 \times 10^4$
	4	0	$2,02 \times 10^4$
		5	$1,65 \times 10^4$
		10	$1,38 \times 10^4$

Bacillariophyceae, dimana kelas ini mempunyai kemampuan mengapung negatif dan ditemukan pada lapisan air paling bawah (Reynolds *et al.*, 1984), sehingga kelimpahan pada kedalaman ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman yang lain. Kelimpahan terendah yang ditemukan pada kedalaman 0 meter disebabkan oleh fitoplankton yang

ada di lapisan bawah perairan belum bermigrasi ke permukaan.

Nilai kelimpahan fitoplankton yang didapatkan lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Umar (2003) di Waduk Jatiluhur Purwakarta yang memperoleh kelimpahan sebesar $2,901 \times 10^6$ sel/l dan penelitian Baksir (1999) di

Tabel 2. Kisaran indeks-indeks biologi fitoplankton yang ditemukan selama penelitian di Danau Laguna Ternate Maluku Utara

Waktu pengamatan	H'	E	D
Periode I	0,5276-1,1853	0,4422-0,8550	0,3403-0,7032
Periode II	0,6138-1,1635	0,4725-0,8393	0,3584-0,6597
Periode III	0,6276-1,2264	0,5674-0,8575	0,3195-0,6647

Keterangan : H' = indeks keanekaragaman, E = indeks keseragaman,
D = indeks dominansi

Waduk Cirata Jawa Barat dengan kelimpahan $1,735 \times 10^5$ ind/l.

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 (H') berbeda antara setiap periode pengamatan, dengan nilai masing-masing adalah periode I = 0,5276-1,1853, periode II = 0,6138-1,1635, dan periode III = 0,6276-1,2264 (Tabel 2). Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh di Danau Laguna berdasarkan kriteria Wilhm & Dorris (1968) termasuk dalam kategori rendah dengan nilai $H' < 2,3062$. Hal ini mengindikasikan bahwa penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah, kestabilannya rendah.

Nilai indeks keseragaman (E) yang didapatkan pada setiap periode pengamatan berturut-turut adalah periode I = 0,4422-0,8550, periode II = 0,4725-0,8393, dan periode III = 0,5674-0,8575 (Tabel 2). Nilai yang diperoleh pada semua stasiun dan kedalaman tersebut termasuk dalam kategori tinggi dengan nilai di atas 0,5 atau mendekati 1, yang menunjukkan penyebaran individu setiap jenis relatif merata dan tidak ada kecenderungan terjadi dominasi oleh satu genera dari jenis yang ada.

Indeks dominansi yang ditemukan pada

masing-masing periode adalah periode I = 0,3403-0,7032, periode II = 0,3584-0,6597, dan periode III = 0,3195-0,6647 (Tabel 2). Hal ini berarti bahwa tidak ada spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies yang lain.

Kesimpulan

Fitoplankton yang ditemukan di Danau Laguna tidak mengalami fluktuasi jenis yang signifikan, jenis yang ditemukan antar periode pengamatan relatif sama. Komposisi jenis yang didapatkan terdiri atas 3 kelas yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae dan Dinophyceae. Kelimpahan yang diperoleh selama 3 periode berkisar antara $7,639 \times 10^3$ - $4,728 \times 10^4$ ind/l.

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.
- Baksir, A. 1999. Hubungan antara produktivitas primer fitoplankton dan intensitas cahaya di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur Jawa Barat. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 62 p.
- Boney, C.A.D. 1975. Phytoplankton. 1st Ed. The Camelot Press Ltd. Southampton. 97 p.
- Davis, G.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan State University Press. USA. 526 p.

- Dawes, C.J. 1981. *Marine botany*. A Willey Interscience Publ. 628 p.
- Kimmel, B.L and O.W. Groeger. 1984. Factors controlling phytoplankton production in lakes reservoir : a perspective. EPA, Washington DC. P. 227-281.
- Wilhm, J.L. and T.C. Dorris. 1968. Species diversity of benthic microorganism in a steam receiving domestic and oil refinery effluents. *Amer. Midl. Nat.* 76:427-779.
- Needham, J.G and P.R. Needham. 1963. *A guide to the study of freshwater biology*. Fifth Edition. Revised and Enlarged. Holden Day, Inc. San Fransisco. 108 p.
- Noryadi. 1998. Struktur komunitas dan biomassa fitoplankton dan kaitannya dengan nitrogen-fosfor pada lapisan fotik di gradien longitudinal Waduk Juanda. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 65 p.
- Odum, E.P. 1998. *Fundamentals of ecology* (Dasar-dasar ekologi diterjemahkan oleh T. Samingan). Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta. 697 p.
- Reynolds, C.S., J.G. Tundisi, and K. Hino. 1984. Observation on a metalimnetic phytoplankton population in a stably stratified tropical lake. *Arch. Hydrobiol.* 97: 7-17.
- Ruttner, F. 1973. *Fundamental of limnology*. Third Edition. University of Toronto Press. Toronto Canada. 117 p.
- Pollinger, U. 1986. Freshwater armored Dinoflagelates : growth, reproduction strategies and population dynamics. *In: Growth and reproduction strategies of freshwater phytoplankton*. C.D. Sandgren (Ed). Cambodge Univ. Press: 134-174.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Correspondence Course Centre. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta. 141 p.
- Seller, B.H and H.R. Markland. 1987. *Decaying lakes; the origins and control of culture eutrophication*. John Willey and Sons, Inc. New York. 253 p
- Simarmata, A.H. 1988. Faktor-faktor yang mempengaruhi peredupan intensitas cahaya matahari pada kolom air di waduk Ir. H. Juanda Purwakarta, Jawa Barat. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 71 p.
- Thornton, K.W., B.L. Kimmel, and F.E. Payne. 1990. *Reservoir limnology: ecology perspective*. John Wiley and Sons. Inc, New York. 246 p.
- Umar, C. 2003. Struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton dalam kaitannya dengan kandungan unsur hara (nitrogen dan fosfor) dari budidaya ikan dalam keramba jaring apung di Waduk Ir. H. Juanda, Jatiluhur Jawa Barat. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 94 p.