

## DISTRIBUSI VERTIKAL FITOPLANKTON DI DANAU SINGKARAK

Fachmijany Sulawesty\*

### ABSTRAK

*Fitoplankton pada umumnya terdapat pada zona eufotik tepat cahaya relatif tersedia untuk proses fotosintesa. Pengamatan mengenai distribusi vertikal fitoplankton di Danau Singkarak dilakukan untuk mengetahui bagaimana pola penyebarannya secara vertikal dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Pengamatan dilakukan pada bulan Agustus 2001, Oktober 2001, Mei 2002, Agustus 2002, Juni 2003, dan Januari 2004. Rata-rata kelimpahan maksimum dicapai pada kedalaman 10 m, dan terjadi dibawah zona eufotiknya. Distribusi vertikal masing-masing jenis fitoplankton sama, yaitu bila suatu jenis mendominasi maka ia akan melimpah mulai dari permukaan sampai kedalaman 40 m. Synedra yang banyak ditemukan pada bulan Agustus dan Oktober 2001 serta Juni 2003 dan Januari 2004 mendominasi dari permukaan sampai kedalaman 40 m, begitu pula Cosmarium yang mendominasi pada bulan Mei 2002 dan Staurastrum pada bulan Agustus 2002. Tetapi umumnya kelimpahan maksimum Synedra terjadi pada lapisan yang lebih dalam dibanding Cosmarium dan Staurastrum. Kelimpahan maksimum Synedra terjadi pada posisi dibawah zona eufotik, sedangkan kelimpahan maksimum Cosmarium dan Staurastrum terjadi pada zona eufotik.*

**Kata Kunci :** distribusi, vertikal, fitoplankton, danau, Singkarak

### ABSTRACT

**Vertical Distribution of Phytoplankton at Lake Singkarak.** *Generally, phytoplankton distribute abundantly in euphotic zone where light for photosynthesis is available. Study on vertical distribution of phytoplankton in Lake Singkarak was carried out to describe the distribution pattern and factors. Samples were taken in August 2001, October 2001, May 2002, August 2002, June 2003 and January 2004. The maximum average of phytoplankton abundance was observed at 10 m depth and it was below the euphotic zone. Vertical distribution for each genus of phytoplankton showed the similar pattern, which was the dominant genus occurred abundantly from the surface down to 40 m depth. Synedra was found to be dominant in August 2001, October 2001, June 2003 and January 2004 ; Cosmarium in May 2002 and Staurastrum in August 2002 dominant from the surface to 40 m depth. In general, Synedra distribution was deeper than Cosmarium and Staurastrum. The maximum abundance of Synedra found below the euphotic zone, while the maximum abundance of Cosmarium and Staurastrum was at the euphotic zone.*

**Keywords :** distribution, vertical, phytoplankton, lake, Singkarak

### PENDAHULUAN

Danau Singkarak yang terletak di perbatasan Kabupaten Tanah Datar dan Kabupaten Solok, Sumatera Barat (100°28'28" BT - 100°36'08" BT dan 0°32'01" LS - 0°42'03" LS) merupakan salah satu danau yang ada pada sesar Sumatera. Luas danau ini 10.908,2 ha,

kedalaman maksimum 271,5 m, kedalaman rata-rata 178 m, panjang maksimum 20 km, dan lebar maksimum 7 km. Air masuk berasal dari Sungai Sumpur, dan Sungai Sumani, serta beberapa sungai kecil disekeliling danau. Sedangkan air keluar hanya melalui sungai Ombilin. Danau ini dimanfaatkan untuk perikanan berupa kegiatan penangkapan oleh penduduk

\* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

sekitar, PLTA, irigasi, dan kegiatan pariwisata.

Danau Singkarak adalah danau tektonik yang merupakan bagian dari daerah aktifitas sesar Sumatera. Bagian barat danau mempunyai dinding yang terjal (miring sedang - sangat terjal) sedangkan bagian timur memiliki pantai yang cenderung lebih landai (miring landai - miring) (Wibowo, *et al.*, 2001). Zona litoral danau relatif sempit sehingga organisme pelagik seperti plankton sangat penting dalam siklus biogeokimia danau.

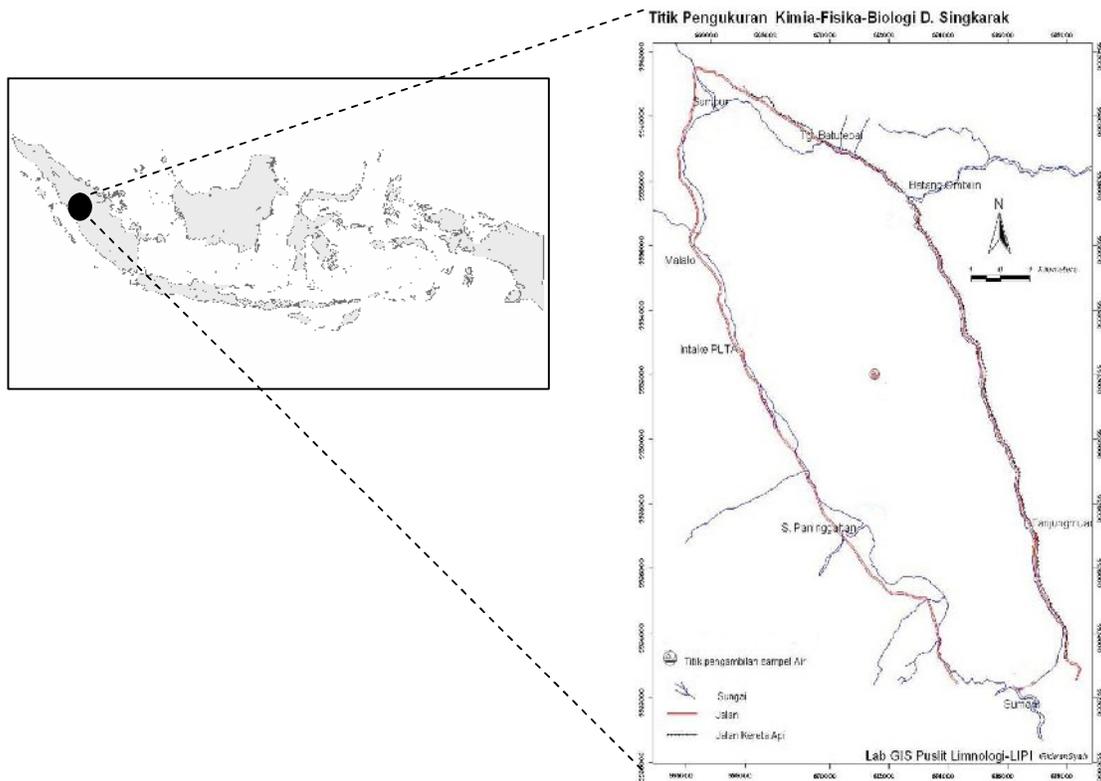
Berdasarkan distribusi cahaya yang masuk kedalam perairan, danau dibagi dalam tiga zona yaitu daerah eufotik, daerah kompensasi dan daerah afotik (Odum, 1971). Umumnya fitoplankton banyak terdapat pada zona eufotik, karena cahaya relatif banyak tersedia untuk proses fotosintesis. Faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi fitoplankton secara vertikal antara lain intensitas cahaya matahari, ketersediaan unsur hara, adanya aktifitas *grazing*, gas-gas terlarut, gaya gravitasi bumi, dan umur organisma. Kelimpahan fitoplankton tinggi pada lapisan permukaan, dan menurun sesuai dengan semakin bertambahnya kedalaman dan semakin menurunnya daya tembus cahaya matahari (Davis, 1955). Kieffer, *et al.* dalam Hino, *et al.*, (1986) menemukan biomasa maksimum di Danau Tahoe terjadi dibawah daerah eufotiknya. Ini dikarenakan laju pengendapan sel yang pasif dari daerah dibawah permukaan yang produktif yang menyebabkan akumulasi di kedalaman perairan. Kebanyakan diatom mempunyai laju kecepatan pengendapan yang relatif tinggi karena silika frustulanya, sementara itu kebanyakan alga biru (cyanobacteria) mempunyai kemampuan mempertahankan posisinya tergantung kondisi lingkungannya (Reynolds, 1984; Sommer dalam Ptaenik *et al.*, 2003). Hino, *et al.*, (1986) juga menyebutkan bahwa distribusi biomasa

plankton dapat disebabkan oleh adaptasi fisiologinya atau disebabkan oleh pengendapan pasif dari lapisan epilimnion. Untuk itu dilakukan pengamatan mengenai distribusi vertikal fitoplankton di D. Singkarak untuk mengetahui bagaimana pola penyebarannya secara vertikal dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

## BAHAN DAN METODA

Pengamatan dilakukan pada bulan Agustus 2001, Oktober 2001, Mei 2002, Agustus 2002, Juni 2003, dan Januari 2004. Bulan Mei dan Juni mewakili musim kemarau, Agustus dan Oktober musim peralihan, Januari musim hujan. Sampling dilakukan di bagian tengah D. Singkarak pada posisi 100°32'46.7" BT dan 00°36'62.8" LS (Gambar 1), yang merupakan daerah terdalam di danau ini.

Parameter kualitas air yang diukur secara *in situ* adalah pH, suhu, oksigen terlarut, kecerahan (kedalam *Secchi*), kekeruhan. sedangkan parameter yang dianalisis di laboratorium adalah nitrogen total (TN) dan fosfor total (TP) berdasarkan APHA (1995). Alat yang digunakan untuk mengukur parameter kualitas air di lapangan adalah *water quality checker* Horiba U-10 dan YSI 6000 data logger, serta keping *Secchi*. Sampel air diambil pada kedalaman 0 m, 2 m, 4 m, 6 m, 8 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, dan kedalaman keping *Secchi*. Untuk analisa fitoplankton sebanyak 2 liter air disaring menggunakan jaring plankton nomor 25 (ukuran mata jaring 53 µm), diawet menggunakan lugol 1% dan diidentifikasi berdasarkan Prescott (1964;1970), Mizuno (1970), dan Baker & Larelle (1999). Penghitungan kelimpahan fitoplankton menggunakan metoda sapuan (APHA, 1995). Kedalaman eufotik dihitung berdasarkan Poole & Atkins dalam Lukman (1991).



Gambar 1. Peta Pengambilan Sampel di D. Singkarak

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan fitoplankton di D. Singkarak dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4 ; dan Tabel 1. *Cosmarium* dan *Staurastrum* dari kelompok Chlorophyta selalu ditemukan pada setiap waktu pengamatan walaupun kelimpahannya rendah, *Anabaena* (Cyanophyta) dan *Synedra* (Chrysophyta) ditemukan pada bulan Agustus dan Oktober 2001, Juni 2003 dan Januari 2004 dengan kelimpahan yang relatif tinggi terutama untuk jenis *Synedra*

(Tabel 1). Secara umum sebaran vertikal kelimpahan fitoplankton di D. Singkarak meningkat mulai dari permukaan sampai kedalaman 10 – 20 m lalu menurun kembali sampai kedalaman 40 m, kecuali pada bulan Agustus 2001 polanya agak berbeda, menurun sampai kedalaman 20 m lalu meningkat sampai kedalaman 40 m dengan nilai kelimpahan yang tinggi (Gambar 2). Rata-rata kelimpahan maksimum dicapai pada kedalaman 10 m, dan terjadi dibawah zona eufotiknya (Tabel 2).

Tabel 1. Keberadaan Fitoplankton di D. Singkarak selama Pengamatan

ORGANISMA	Agst 01	Okt 01	Mei 02	Agst 02	Juni 03	Jan 04
CHLOROPHYTA						
<i>Chlorella</i>	+					
<i>Cosmarium</i>	+	+	+	+	+	++
<i>Desmidium</i>						+
<i>Dictyosphaerium</i>	++	+		+		+
<i>Golenkinia</i>						+
<i>Scenedesmus</i>	+					
<i>Staurastrum</i>	+++	+	+	+	+	+
<i>Tetraedron</i>	+	+				
CYANOPHYTA						
<i>Anabaena</i>	++++	++			+++	+
<i>Microcystis</i>	+	+				
<i>Spirulina</i>	+					
CHRYSOPHYTA						
<i>Navicula</i>	++	+				
<i>Synedra</i>	++++	+++			++++	+++

Catatan :

1. + : < 1000 ind./L
2. ++ : 1000 – 5000 ind./L
3. +++ : 1000 – 10000 ind./L
4. ++++ : > 10000 ind./L

Tabel 2. Daerah Eufotik, Kedalaman, Kelimpahan Maksimum dan Jenis Dominan Fitoplankton

Waktu	Ze (m)	d (m)	Kelimpahan (Ind./L)	Jenis Dominan
Agst 01	4,74	40	215.100	<i>Synedra</i>
Okt 01	4,59	20	20.200	<i>Synedra</i>
Mei 02	3,24	0	430	<i>Cosmarium</i>
Agst 02	11,9	4	1200	<i>Staurastrum</i>
Juni 03	5,7	10	38.150	<i>Synedra</i>
Januari 04	5,7	10	12.300	<i>Synedra</i>

Keterangan :

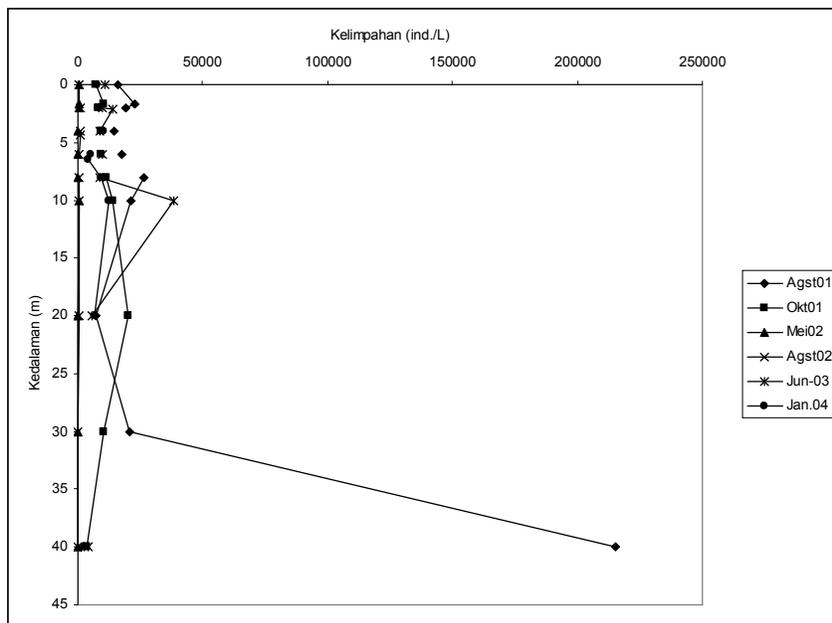
- Ze : daerah eufotik
- d : kedalaman dengan kelimpahan fitoplankton tertinggi

Pada bulan Agustus 2001 memperlihatkan kelimpahan fitoplankton yang rendah pada bagian permukaan sampai kedalaman 30 m, kemudian tinggi pada kedalaman 40 m (Gambar 2). Pada kedalaman 40 m ini *Synedra* kelimpahannya sangat tinggi, disusul oleh *Anabaena* dan *Staurastrum*.

Kelimpahan fitoplankton bulan Oktober 2001 memperlihatkan trend yang menaik sampai kedalaman 20 m kemudian turun sampai kedalaman 40 m. Daerah eufotik pada bulan Oktober 2001 sampai

kedalaman 4,59 m, tetapi kelimpahan maksimum (20.200 ind./L) terjadi pada kedalaman 20 m atau dibawah daerah eufotik. Chrysophyta kelimpahannya paling tinggi disusul oleh Cyanophyta dan Chlorophyta. Jenis yang paling tinggi kelimpahannya adalah *Synedra* kemudian *Anabaena*.

Komposisi fitoplankton dominan yang ditemukan pada bulan Oktober 2001 hampir sama dengan bulan Agustus 2001, hanya kelimpahannya lebih tinggi pada bulan Agustus 2001



Gambar 2. Sebaran Vertikal Kelimpahan Fitoplankton di D. Singkarak selama Pengamatan

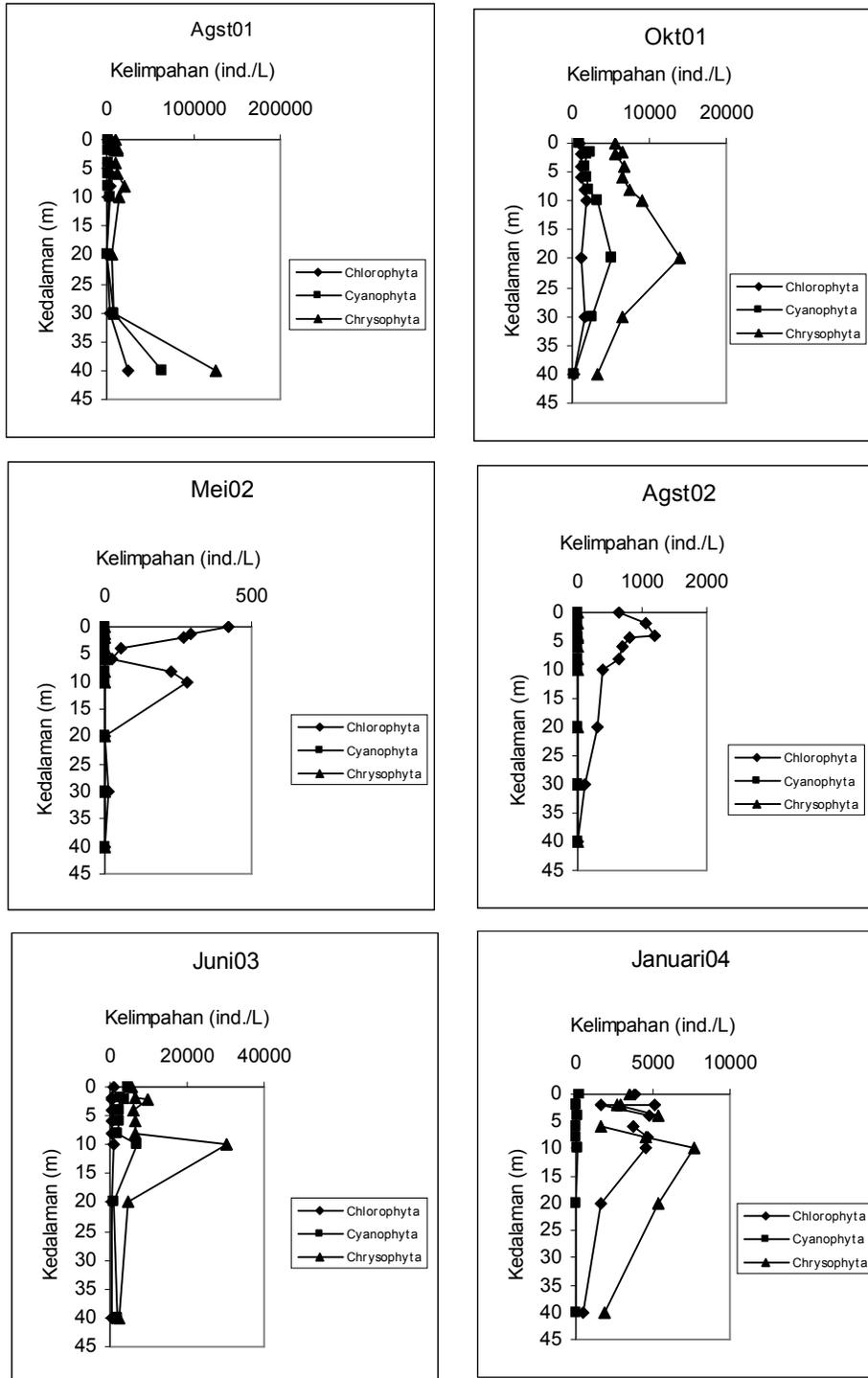
Kelimpahan fitoplankton bulan Mei 2002 terkonsentrasi sampai kedalaman 10 m, yaitu tinggi pada daerah permukaan, menurun drastis sampai kedalaman 6 m lalu meningkat lagi sampai kedalaman 10 m dan kembali turun hingga mencapai nilai nol pada kedalaman 40 m. Daerah eufotik sampai kedalaman 3,24 m, kelimpahan fitoplankton maksimum (430 ind/L) terjadi di permukaan danau. Chlorophyta kelimpahannya tinggi pada bulan Mei 2002 dengan jenis yang mendominasi *Cosmarium* (Gambar 3 dan 4), tetapi dibanding bulan Agustus dan Oktober 2001 kelimpahan fitoplankton pada bulan Mei 2002 lebih rendah.

Bulan Agustus 2002 kelimpahan fitoplankton meningkat mulai dari daerah permukaan sampai kedalaman 4 m lalu menurun sampai kedalaman 40 m. Kelimpahan fitoplankton maksimum (1200 ind/L) terjadi di daerah eufotik (sampai kedalaman eufotik 11,9 m), sama dengan yang terjadi di bulan Mei 2002. Chlorophyta kelimpahannya masih paling tinggi, tetapi jenis yang mendominasi adalah *Staurastrum*.

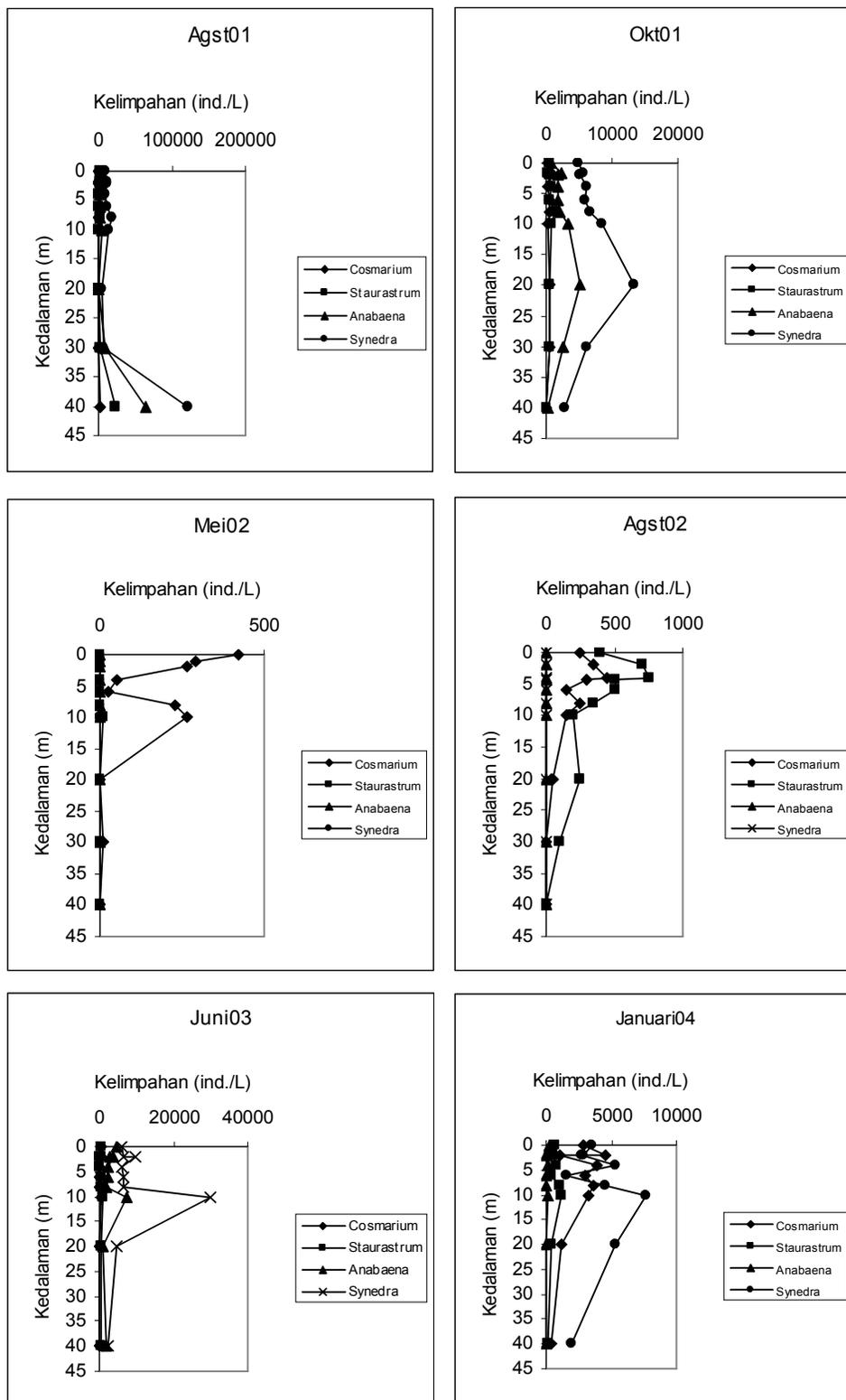
Pada bulan Juni 2003 kelimpahan paling tinggi terjadi pada kedalaman 10 m, lalu menurun drastis sampai kedalaman 20 m. Kelimpahan maksimum fitoplankton (38.150 ind/L) terjadi dibawah daerah eufotik (sampai kedalaman 5,7 m), yaitu pada kedalaman 10 m. Jenis yang kelimpahannya tinggi pada bulan Juni 2003 adalah *Synedra* kemudian *Anabaena*.

Kelimpahan fitoplankton maksimum (12.300 ind/L) pada bulan Januari 2004 ditemukan pada kedalaman 10 m, kemudian menurun lagi sampai kedalaman 40 m. Kelimpahan maksimum ini juga terjadi dibawah daerah eufotik (sampai kedalaman 5,7 m). *Synedra* merupakan jenis fitoplankton yang paling tinggi kelimpahannya, disusul oleh *Cosmarium* dan *Staurastrum*.

Tidak terlihat ada pola khusus sebaran vertikal fitoplankton berdasarkan musim. Tetapi pengamatan tahun 2002 memperlihatkan hasil yang berbeda dibanding pengamatan lainnya, yaitu kelimpahan fitoplankton paling rendah, jenis yang mendominasi berbeda (*Cosmarium* dan *Staurastrum*) serta kelimpahan maksimum terjadi di daerah eufotiknya (Tabel 2).



Gambar 3. Distribusi Vertikal Kelompok Fitoplankton di D. Singkarak



Gambar 4. Distribusi Vertikal Jenis Fitoplankton di D. Singkarak

Sebaran vertikal masing-masing jenis fitoplankton sama, yaitu bila suatu jenis mendominasi maka ia akan melimpah mulai dari permukaan sampai kedalaman 40 m. *Synedra* yang banyak ditemukan pada bulan Agustus dan Oktober 2001 serta Juni 2003 dan Januari 2004 mendominasi dari permukaan sampai kedalaman 40 m, begitu pula *Cosmarium* yang mendominasi pada bulan Mei 2002 dan *Staurastrum* pada bulan Agustus 2002 (Gambar 4). Tetapi umumnya kelimpahan maksimum *Synedra* terjadi pada kedalaman lebih tinggi dibanding *Cosmarium* dan *Staurastrum*, ini berhubungan dengan daya apung fitoplankton tersebut. Beberapa marga dari alga yang memiliki tonjolan pada permukaan dinding sel seperti duri menunjukkan kemampuan melayang di kolom air (Reynolds, 1984), *Staurastrum* merupakan alga yang mempunyai tonjolan-tonjolan pada dinding selnya. Sedangkan *Synedra* yang termasuk kelompok diatom mempunyai laju kecepatan pengendapan yang relatif tinggi seperti yang disebutkan oleh Reynolds (1984) dan Ptaenik, *et al.*, (2003), sehingga memungkinkan posisinya pada lapisan yang lebih dalam dibanding *Staurastrum*.

Terjadi perubahan dominansi fitoplankton di D. Singkarak, yaitu pada bulan Agustus dan Oktober 2001 serta Juni 2003 dan Januari 2004 *Synedra* yang mendominasi, sedangkan pada bulan Mei dan Agustus 2002 *Cosmarium* dan *Staurastrum* yang mendominasi. *Synedra* dan diatom umumnya merupakan jenis fitoplankton yang dominan ditemukan di perairan danau di Sumatera, seperti di Danau Kerinci, Jambi (Sulawesty & Yustiawati, 1999), Danau Ranau, Sumatera Selatan (Sulastri & Sulawesty, 2000) dan Danau Maninjau, Sumatera Barat (Sulastri, 2002). Hal ini mungkin disebabkan kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat di perairan danau-danau di Sumatera, sebab menurut Reynolds (1984) silika merupakan unsur utama pembentukan dinding sel

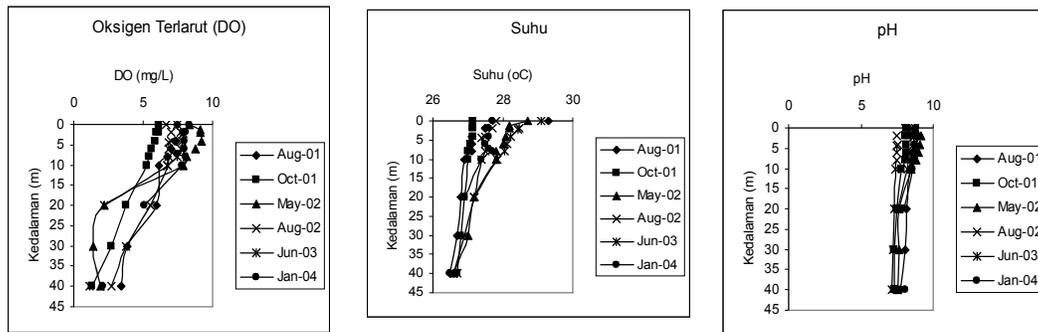
fitoplankton dari kelompok diatom (Chrysophyta), tetapi belum ada informasi yang akurat mengenai kandungan silika danau-danau di Sumatera..

Jenis yang mendominasi pada saat kelimpahan maksimum dibawah daerah eufotiknya yang terjadi pada bulan Agustus 2001, Oktober 2001, Juni 2003 dan Januari 2004 adalah *Synedra*, sedangkan pada bulan Mei 2002 dan Agustus 2002 dimana kelimpahan maksimum terjadi di daerah eufotik jenis yang mendominasi adalah *Cosmarium* dan *Staurastrum* (Tabel 2). Hasil pengamatan Hino, *et al.* (1986) di danau Dom Helvecio Brasil juga menunjukkan bahwa *Staurastrum* ditemukan di daerah epilimnion sampai hipolimnion dan kelimpahan maksimumnya terjadi di daerah eufotiknya. Pada bulan Agustus 2001 tingginya kelimpahan mulai kedalaman 20 m sejalan dengan kecenderungan meningkatnya kandungan nitrogen total mulai kedalaman 20 m (Gambar 5). Sedangkan pada bulan Oktober 2001, Mei dan Agustus 2002, Juni 2003 serta Januari 2004 pola kelimpahan dan kandungan nitrogen total hampir sama yaitu berfluktuasi dan cenderung menurun sampai kedalaman 40 m (Gambar 2, 3, 4, dan 6). Diduga hal ini ada kaitannya, karena seperti yang disebutkan oleh Davis (1955) bahwa ketersediaan unsur hara di perairan akan mempengaruhi distribusi vertikal fitoplankton di suatu perairan.

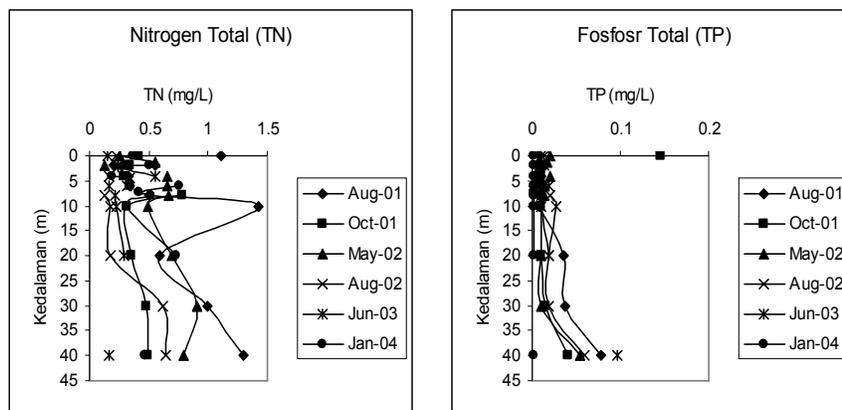
Kondisi kualitas air D. Singkarak selama pengamatan dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Suhu, oksigen terlarut dan pH turun dengan semakin bertambahnya kedalaman perairan. Pada bulan Mei 02 dan Juni 03 kandungan oksigen terlarut mengalami penurunan yang tajam mulai kedalaman 10 m sampai 20 m. Tingginya kandungan oksigen terlarut di permukaan perairan berkaitan dengan aktifitas fotosintesis oleh fitoplankton, sedangkan rendahnya kandungan oksigen terlarut pada lapisan dibawahnya berkaitan dengan proses penguraian bahan organik dari sisa-sisa

hewan dan tumbuhan yang tenggelam ke dasar perairan. Danau Singkarak cenderung bersifat basa dengan pH berkisar antara 7,1 -9,16, nilai ini akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan fitoplankton. Pada kondisi pH berkisar antara 7 - 8 biasanya desmid hanya ditemukan dalam jumlah yang sedikit, berukuran kecil dan terdiri dari *Cosmarium* dan *Staurastrum* (Sachlan, 1982).

ini berkaitan dengan semakin rendahnya oksigen terlarut pada kedalaman 40 m (Gambar 5) yang menyebabkan terjadinya pelepasan ion-ion fosfat dari dasar perairan, sedangkan di daerah permukaan lebih rendahnya senyawa ini karena dimanfaatkan oleh fitoplankton. Kekecualian terjadi pada bulan Januari 2004, dimana fosfor total kandungannya sama mulai dari permukaan sampai kedalaman 40 m yaitu 0,002 mg/L.



Gambar 5. Distribusi Vertikal Oksigen Terlarut, Suhu dan pH di D. Singkarak



Gambar 6. Distribusi Vertikal Nitrogen Total dan Fosfor Total di Danau Singkarak

Nitrogen total mempunyai pola yang hampir sama di semua pengamatan yaitu pada kedalaman 40 m cenderung menurun, kecuali pada bulan Agustus 2001 ada kecenderungan naik mulai kedalaman 20 m sampai 40 m. Fosfor total polanya hampir sama disetiap pengamatan yaitu cenderung naik dengan bertambahnya kedalaman, hal

### KESIMPULAN

- Secara umum sebaran vertikal kelimpahan fitoplankton di D. Singkarak meningkat mulai dari permukaan sampai kedalaman 10 – 20 m lalu menurun kembali sampai kedalaman 40 m
- Sebaran vertikal masing-masing jenis fitoplankton sama, yaitu bila

- suatu jenis mendominasi maka ia akan melimpah mulai dari permukaan sampai kedalaman 40 m.
- Kelimpahan maksimum *Synedra* terletak pada posisi dibawah daerah eufotk, sedangkan kelimpahan maksimum *Cosmarium* dan *Staurastrum* terletak pada daerah eufotik
  - Tidak terlihat adanya pola khusus penyebaran vertikal fitoplankton berdasarkan musim

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Singkarak atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1995, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 19<sup>th</sup> ed, APHA / American Water Work Association / Water Environment Federation, Washington DC, USA, Pp.
- Baker, P.D. & Larelle D.Fabbro, 1999, A Guide to the Identification of Common Blue-Green Algae (Cyanoprokaryotes) in Australian Freshwater Ecology, 42 p.
- Davis, C.C., 1955, The Marine and Freshwater Plankton, Michigan State University Press, USA, 562 p.
- Goldman, C.R. & A.J. Horne, 1983, Limnology, Mc Graw-Hill International Book Company, 464 p.
- Hino K., J.G. Tundisi, & C.S. Reynolds, 1986, Vertical Distribution of Phytoplankton in a Stratified Lake (Lago Dom Helvecio, Southeastern Brazil) with Special Reference to the Metalimnion, Jpn. J. Limnol., 47(3) : 239 – 246.
- Mizuno, T., 1970, Illustration of the Freshwater Plankton in Japan, Hoikusha Publishing Co. Ltd, Osaka, Japan, 351 p.
- Prescott, G.W., 1964, Algae of the Western Great Lakes Area, Exclusive of Desmids and Diatoms, Cranbrook Institute of Science. Bloomfield Hills, Michigan, 964 p.
- Prescott, G.W., 1970, How to Know the Freshwater Algae, WMC Brown Company Publishers, Iowa, 384 p.
- Ptaenik, Robert., S. Diehl, & Stella Berger, 2003, Performance of Sinking and Nonsinking Phytoplankton Taxa in a Gradient of Mixing Depths, Limnol. Oceanogr, 48 ( 5) : 1903 – 1912.
- Reynolds, C.S., 1984, The Ecology of Freshwater Phytoplankton, Cambridge University Press, London, 383 p.
- Sulastri & F. Sulawesty, 2000, Komposisi, Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Danau Ranau, Hartoto, D.I., dan Sulastri (red.), Dalam : Limnologi Danau Ranau. Monografi 2, Pusat Penelitian Limnologi, LIPI, Bogor, Hal 64 – 76.
- Sulastri, 2002, Komposisi, Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton Sebagai Dasar Analisis Fitoplankton di Danau Maninjau, Sumatera Barat, Prosiding Seminar Nasional Limnologi, Bogor 22 April 2002, Pusat Penelitian Limnologi, LIPI, Bogor, Hal. : 255 – 272.
- Sulawesty, F. & Yustiawati, 1999, Distribusi Vertikal Fitoplankton di Danau Kerinci, LIMNOTEK, Perairan Darat Indonesia, Vol VI, No. 2 : 13 – 22.
- Wibowo, Hendro., Luki Subehi, & I. Ridwansyah, 2001, Pemetaan Batimetri dan Geomorfologi Danau Singkarak Sumatera Barat, Laporan Teknis 2001, Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Perairan Darat, Pusat Penelitian Limnologi, LIPI, Bogor.

