

## **TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN DANAU SINGKARAK, PADANG, SUMATERA BARAT**

**Oleh : Tri Suryono, Sulung Nomosatryo dan Endang Mulyana**

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan penelitian terhadap perairan danau Singkarak, Padang, Sumatera barat mulai tahun 2002 sampai dengan 2004 dengan maksud untuk mengetahui kondisi karakteristik limnologis danau Singkarak guna pengelolaan sumber daya perairan danau. Danau singkarak merupakan danau tektonik terluas yang ada di Propinsi Sumatera Barat, saat ini perairan danau cenderung mengalami perubahan akibat aktivitas masyarakat disekeliling danau. Perubahan kualitas perairan danau dapat diketahui dengan melihat perubahan kesuburan yang terjadi pada perairan. Salah satu cara untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan dengan melakukan perhitungan terhadap beberapa parameter kunci dengan menggunakan perhitungan Trophik Status Indeks (TSI) dari Robert Carlson's (1977). Hasil perhitungan indeks Carlson's diketahui bahwa tingkat kesuburan perairan danau Singkarak selama pengambilan sampel menunjukkan adanya fluktuasi. Secara keseluruhan kondisi perairan rata-rata tahun 2004 masih tergolong mesotrophik (TSI = 48,67). Sedangkan rata-rata pengambilan tahun 2003 diperoleh hasil perhitungan TSI yang tertinggi yaitu 53,11 tetapi masih dalam kisaran eutrophik ringan dan pengambilan tahun 2002 dengan nilai TSI 51,81 juga masih tergolong eutrophik ringan. Kondisi tingkat kesuburan perairan ini sangat dipengaruhi oleh fluktuasi debit yang masuk kedalam danau disamping adanya proses pembersihan diri (self purification) dari perairan danau Singkarak secara alami.*

*Kata kunci : Tingkat, Kesuburan, Perairan, Danau, Singkarak, TSI Carlson's.*

### **PENDAHULUAN**

Propinsi Sumatera Barat dengan luas areal 42.297,3 km<sup>2</sup> memiliki kondisi alam yang berupa dataran tinggi yang bergunung-gunung. Dari luas areal yang dimiliki hanya 15 % yang bisa digunakan untuk pertanian. Propinsi ini memiliki 5 danau besar yaitu Danau Maninjau (9.950 ha), Danau Singkarak (10.908,2 ha), Danau Diatas (3.500 Ha), Danau Dibawah (1.400 ha) serta Danau Talang (500 ha). Danau Singkarak terletak di dua kabupaten yaitu Tanah Datar dan kabupaten Solok, Sumatera Barat, dan terletak pada 100°28'28" BT - 100°36'08" BT dan 0°32'01" LS - 0°42'03" LS. Luas danau ini 10.908,2 ha, kedalaman maksimum 271,5 m, kedalaman rata-rata 178,677 m, panjang maksimum 20,808 km, dan lebar maksimum 7,175 km. Air masuk melalui tiga sungai besar, yaitu sungai Sumpur, sungai Paninggahan, dan sungai Sumani, serta beberapa sungai kecil. Sedangkan air keluar hanya melalui sungai Ombilin. Danau ini dimanfaatkan selain untuk perikanan melalui kegiatan penangkapan oleh penduduk sekitar, juga digunakan untuk irigasi, PLTA, dan pariwisata.

Danau Singkarak merupakan danau tektonik yang terbentuk akibat aktifitas sesar Pulau Sumatera sebagai akibat fenomena zona subduksi antara lempeng Asia Tenggara dan lempeng busur muka Sumatera (lempeng mikro Sumatera). Debit aliran air yang masuk ke danau cenderung lebih besar dari pada debit air yang keluar danau (rata-ratanya), hal ini mendukung proses pengendapan zat-zat yang ada dalam badan air danau,

termasuk zat pencemar yang berasal dari aktivitas masyarakat sekitar danau maupun dari das sungai yang masuk ke danau, hal ini mengakibatkan proses terjadinya peningkatan kesuburan dari perairan danau. Jika kondisi ini dibiarkan berlarut-larut akan mempengaruhi ekologis dari danau.

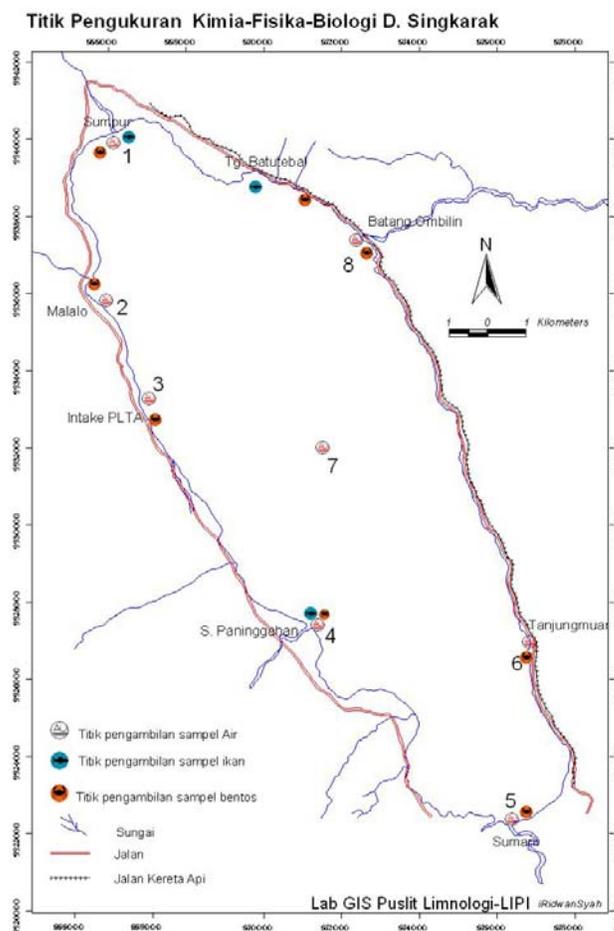
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan danau Singkarak sebagai akibat dari penurunan kualitas perairan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian terhadap danau singkarak telah dilaksanakan mulai tahun 2002 sampai dengan tahun 2004 untuk mengetahui beberapa aspek yang salah satunya untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan danau berdasarkan perhitungan dari beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kesuburan danau yaitu:

1. TP menggunakan spektrofotometri /metoda Ammonium Molybdate
2. Clorophil-a menggunakan spektrofotometer/metode spektrofotometri
3. Kecerahan menggunakan pengukuran cakram sechi

Sampel air yang dianalisis diambil dari 8 titik yang telah ditentukan. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di danau Singkarak

**Tabel 1.** Kondisi lokasi pengambilan sampel di Danau Singkarak.

<b>Kode</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Keterangan</b>
St. 1	Sumpur	Muara sungai Sumpur yang melewati kota Padang Panjang Ada pemukiman penduduk Terdapat Hotel Sumpur
St. 2	Malalo	Muara sungai kecil yang melewati pemukiman desa Malalo dan terdapat pasar.
St. 3	Intake	Pintu Intake PLTA
St. 4	Panninggahan	Muara Sungai Panninggahan Pusat alahan untuk menangkap ikan Bilih Air jernih mengalir langsung dari pegunungan
St. 5	Sumani	Muara Sungai Sumani yang melewati kota Solok Air biasanya berwarna keruh kecoklatan Daerah datar untuk persawahan
St. 6	Tanjung Muara	Daerah Wisata di Danau Singkarak Terdapat Restoran, perahu wisata
St. 7	Tengah	Tengah Danau Singkarak
St. 8	Ombilin	Outlet/ Limpasan air dari danau Singkarak Pusat pasar tradisional.

Pengukuran tingkat kesuburan perairan danau dihitung berdasarkan perhitungan Trophic Status Indeks (TSI) Carlson's (1977) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{TSI-P} &= 14,42 \times \text{Ln}[\text{TP}] + 4,15 && (\mu\text{g/l}) \\ \text{TSI-Cla} &= 30,6 + 9,81 \times \text{Ln}[\text{Chlor-a}] && (\mu\text{g/l}) \\ \text{TSI-SD} &= 60 - 14,41 \times \text{Ln}[\text{Secchi}] && (\text{meter}) \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata TSI} = \frac{(\text{TSI-P} + \text{TSI-Cla} + \text{TSI-SD})}{3}$$

Penentuan ketiga parameter tersebut berdasarkan adanya keterkaitan yang erat dari masing-masing parameter, dimana unsur pencemar yang masuk ke perairan danau yang berupa fosfat akan menyebabkan terjadinya pertumbuhan phytoplankton di perairan tersebut yang ditandai dengan konsentrasi klorofil-a, akibat lebih lanjut dengan adanya kepadatan klorofil-a tersebut akan menyebabkan terhambatnya cahaya yang masuk kedalam kolom perairan danau yang ditandai dengan makin pendeknya kecerahan perairan. Jones dan Bachmann (1976) dalam Davis dan Cornwell (1991) mengemukakan bahwa antara kadar TP dengan konsentrasi klorofil-a ada hubungan korelasi positif seperti ditunjukkan dalam persamaan dibawah ini:

$$\text{Log (klorofil-a)} = -1,09 + 1,46 \text{ Log TP}$$

dimana            Klorofil-a    : Konsentrasi klorofil-a ( $\text{mg/m}^3$ )  
                         TP                    : Total Fosfor ( $\text{mg/m}^3$ )

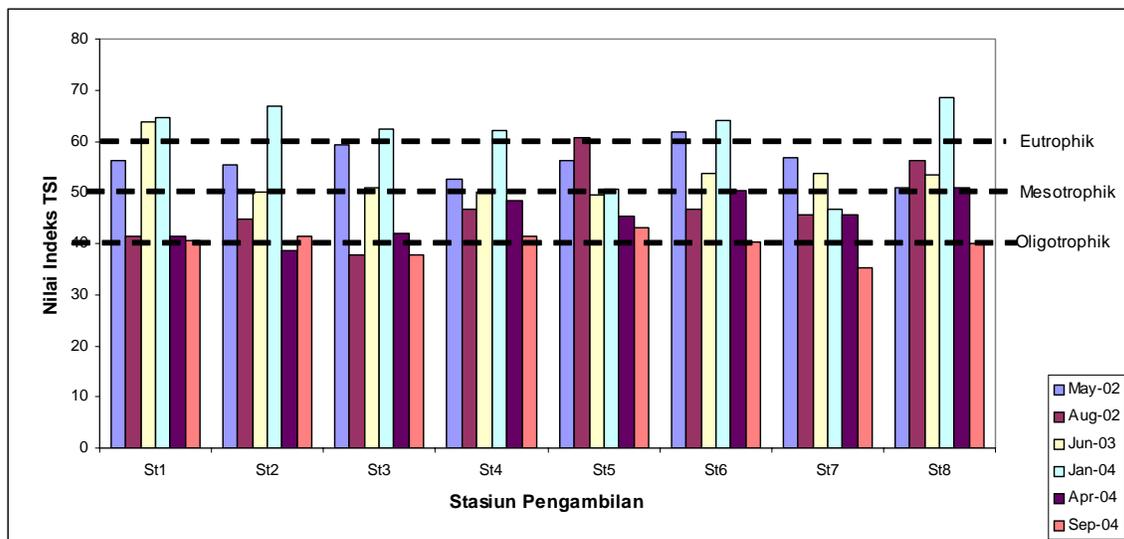
Data hasil perhitungan dengan indeks TSI Carlson's selanjutnya dikelompokkan seperti table 2 di bawah ini:

Tabel 2. Pengelompokan status trophik Robert Carlson's (1977)

Score	Status Trophik	Keterangan
< 30	Ultraoligotrophik	Air jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona hipolimnion
30 - 40	Oligotrophik	Air jernih, dimungkinkan adanya pembatasan anoksik pada zona hipolimnetik secara periodik (DO = 0)
40 - 50	Mesotrophik	Kecerahan air sedang, peningkatan perubahan sifat anoksik di zona hypolimnetik, secara estetika masih mendukung untuk kegiatan olahraga air.
50 - 60	Eutrophik ringan	Penurunan kecerahan air, zona hypolimnetik bersifat anoksik, terjadi problem tanaman air, hanya ikan-ikan yang mampu hidup di air hangat, mendukung kegiatan olahraga air tetapi perlu penanganan.
60 - 70	Eutrophik sedang	Didominasi oleh alga hijau-biru, terjadi penggumpalan, problem tanaman air sudah ekstensif.
70 - 80	Eutrophik berat	Terjadi blooming alga berat, tanaman air membentuk lapisan bed seperti kondisi hypereutrophik
> 80	Hypereutrophik	Terjadi gumpalan alga, ikan mati, tanaman air sedikit didominasi oleh alga.

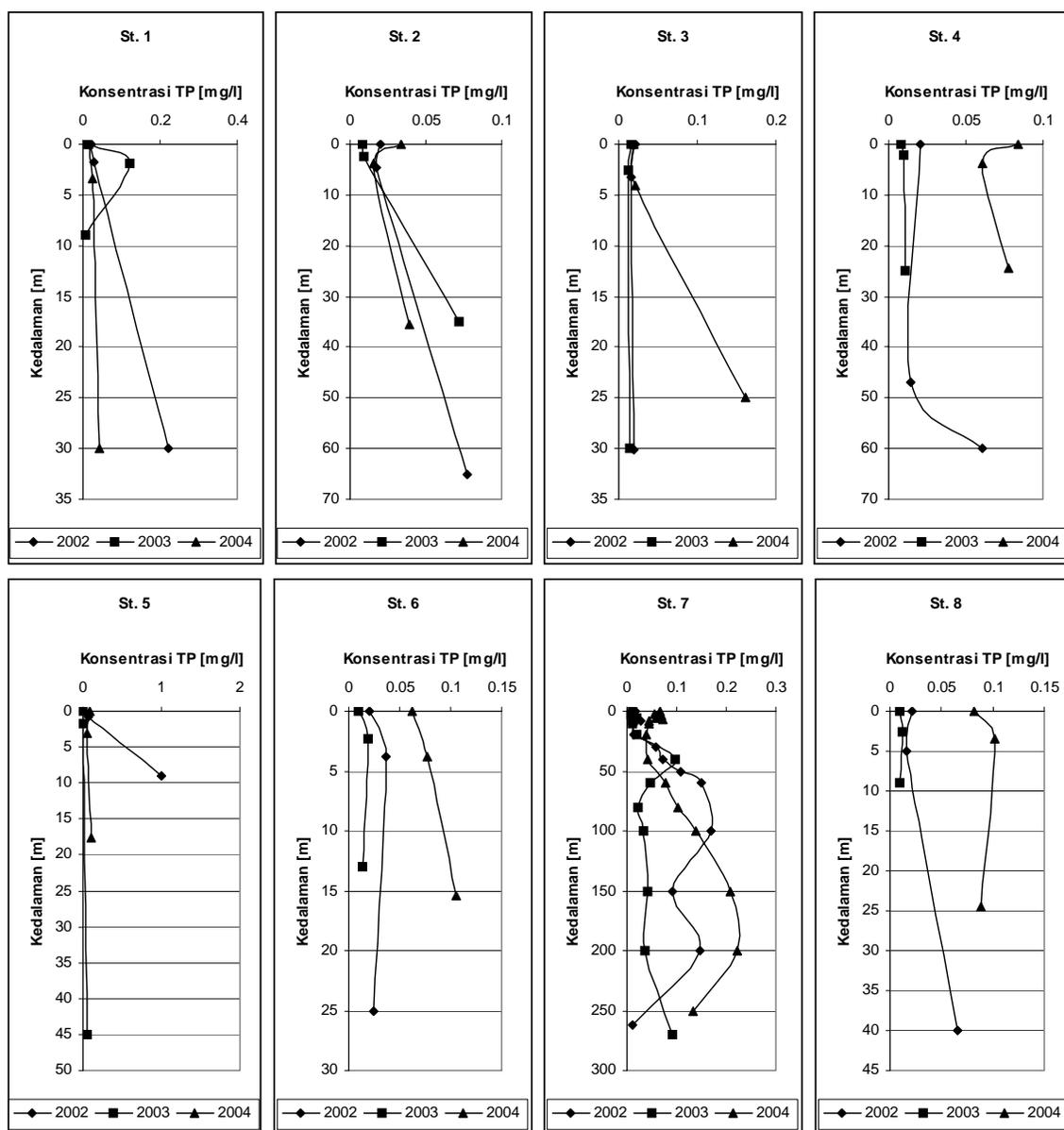
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis dari parameter untuk perhitungan indek TSI Carlson's (1977) setelah dilakukan perhitungan diperoleh tingkat kesuburan danau Singkarak seperti gambar 2 dibawah :



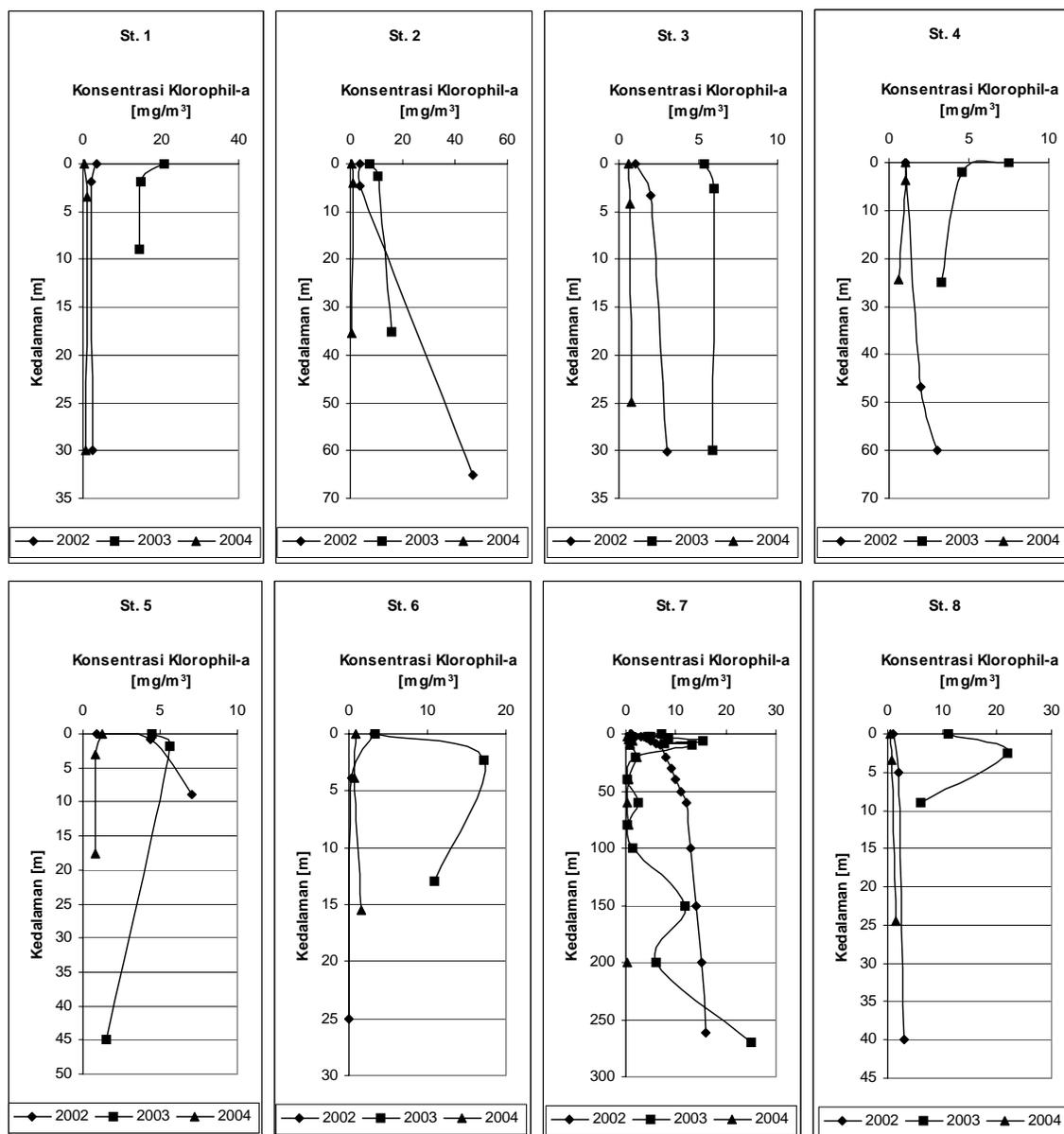
Gambar 2. Kondisi kesuburan perairan danau Singkarak tiap pengambilan.

Gambar 2 diatas terlihat bahwa kondisi perairan danau Singkarak pada beberapa kali pengambilan sample pada tiap stasiun tingkat kesuburan perairannya sangat berfluktuasi antara mesotrophik hingga eutrophik. sedang akan tetapi pada pengambilan bulan Januari 2004 untuk setiap stasiun sampling kondisi perairannya sudah memasuki zona eutrophik ringan sampai sedang, stasiun 7 (Tengah danau) perairannya masih mesotrophik. Hal ini kemungkinan karena pengaruh dari debit air yang masuk ke dalam danau yang berasal dari areal disekitar danau dengan membawa nutrisi pencemar kedalam perairan danau. Secara umum rata-rata pengambilan pada tahun 2002 kondisi perairan Danau Singkarak telah mencapai taraf Eutrophik ringan (51,81), demikian juga kondisi secara menyeluruh perairan Danau Singkarak pada tahun 2003 juga telah mencapai taraf eutrophik ringan dengan rata-rata nilai hasil perhitungan TSI Carlson's sebesar 51,11. sedangkan kondisi perairan danau Singkarak pada pengambilan sampling tahun 2004 kondisi perairannya sudah mengalami perubahan kualitas menjadi lebih baik dengan indeks TSI Carlson sebesar 48,67 atau rata-rata masih dalam taraf mesotrophik. Kondisi hamper sama dengan kondisi perairan tahun 1995 yang telah diduga mengalami eutrophikasi pada perairan danau.



Gambar 3. Konsentrasi TP tiap stasiun sampling pada kolom perairan danau Singkarak.

Pada gambar 3 diatas terlihat bahwa pola distribusi secara vertical terhadap konsentrasi TP untuk setiap stasiun pengambilan memiliki pola yang hampir mirip yaitu cenderung meningkat pada kolom kedalaman air sampai dasar danau, yaitu rata-rata berkisar 0,028 mg/l dipermukaan dan pada kedalaman dasar diperoleh rata-rata sebesar 0,105 mg/l atau meningkat 26,5 %. keadaan ini kemungkinan disebabkan oleh sifat dari parameter TP yang memiliki kecenderungan untuk terendapkan. Konsentrasi TP hasil analisa dalam penelitian ini lebih tinggi 57,1 % dari konsentrasi hasil penelitian yang dilakukan dalam ekspedisi Indodanau tahun 1995 yaitu konsentrasinya berkisar antara 0,016 – 0,166 mg/l (Lehmusuoto, et. al. 1995). Total fosfor menggambarkan jumlah total fosfor baik yang berupa partikulat maupun terlarut, anorganik maupun organik. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Dugan, 1972). Fosfor merupakan unsure essensial bagi tumbuhan tingkat tinggi maupun algae, sehingga unsur ini menjadi factor pembatas bagi tumbuhan dan algae akuatik serta sangat berpengaruh terhadap produktivitas perairan.



Gambar 4. distribusi fertikal klorophil a perairan danau Singkarak

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa konsentrasi klorophil a pada permukaan perairan danau Singkarak pada umumnya tinggi dari pada konsentrasi pada kolom kedalaman danau, dimana pada sampling tahun 2002 konsentrasinya rata-rata 2,12 mg/m<sup>3</sup>, selanjutnya meningkat menjadi 8,41 mg/m<sup>3</sup> (tahun 2003), sedangkan pada tahun 2004 konsentrasi klorophil-a turun menjadi rata-rata 0,78 mg/ m<sup>3</sup>. sedangkan rata-rata kenaikan yang sangat tajam pada pengambilan kedalaman sechii yaitu hingga 16,25 % yaitu dari konsentrasi 2,15 mg/m<sup>3</sup> (tahun 2002) menjadi rata-rata 13,23 (tahun 2003) mg/m<sup>3</sup> dan selanjutnya turun drastis pada pengambilan tahun 2004 yaitu menjadi rata-rata 0,85 mg/m<sup>3</sup>. Konsentrasi rata-rata klorophil a tertinggi yaitu 20,66 mg/m<sup>3</sup> diperoleh pada kegiatan 2002. Kondisi ini sangat jauh berbeda jika dibandingkan dengan konsentrasi klorophil-a yang diperoleh pada ekspedisi indodanau yang telah dilaporkan oleh Pasi Lehmusluoto et. al. 1995 yaitu berkisar antara 0,88 – 1,97 mg/m<sup>3</sup>.

Secara umum perbedaan antara danau atau perairan yang tergolong oligotrophik dengan yang Eutrofik seperti pada tabel 3 dibawah.

**Tabel 3.** Perbandingan antara danau oligotrofik dengan danau eutrofik (Mason 1993)

Ciri umum	Danau Oligotrofik	Danau Eutrofik
Kedalaman	Lebih dalam	Lebih dangkal
Algae	Keragaman tinggi, densitas dan produktivitas rendah, sering didominasi oleh Chlorophyceae	Keragaman rendah, densitas dan produktivitas tinggi, sering didominasi oleh Cyanobacteria
Ledakan populasi	Jarang	Sering
Keluar-masuk nutrien	Rendah	Tinggi
Produktivitas Binatang	Rendah	Tinggi
Ikan	Didominasi oleh ikan-ikan Salmonids dan Coregonids	Didominasi oleh ikan-ikan jenis Cyprinids

Tingkat kesuburan perairan danau dan waduk juga dapat dilihat dari beberapa parameter kualitas air seperti yang dikemukakan oleh Novotny dan Olem, 1994 seperti Tabel 4. di bawah:

Tabel 4. Tingkat kesuburan Danau dan Waduk berdasarkan kadar beberapa parameter kualitas air.

No.	Parameter	Satuan	Klasifikasi kesuburan		
			Oligotrophik	Mesotrophik	Eutrofik
1.	Total Fosfor	mg/l	< 10	10 - 20	> 20
2.	Total Nitrogen	mg/l	< 100	200 - 500	> 500
3.	Klorofil a	mg/l	< 4	4 - 10	> 10
4.	Kecerahan secchi disk	m	> 4	2 - 4	< 2
5.	Kadar oksigen	%	> 80	10 - 80	< 10

6.	saturasi di lapisan hipolimnion Produksi Fitoplankton	g C/m <sup>2</sup> /hari	7 - 25	75 - 250	350 - 700
----	--	--------------------------	--------	----------	-----------

Sumber : Novotny dan Olem, 1994

### Kesimpulan

1. Kualitas perairan danau Singkarak secara umum kondisinya masih baik, dari hasil pengukuran secara insitu maupun hasil analisa terhadap beberapa parameter menunjukkan bahwa kualitas perairannya masih jauh dibawah baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, sehingga masih sesuai dengan peruntukannya.
2. Hasil perhitungan status trophik perairan danau Singkarak dengan menggunakan indeks Carlson's 1977 kecenderungan rata-rata perairan Danau masih mesotrophik tapi cenderung ke Eutrophik ringan, bahkan ada beberapa stasiun yang sudah tergolong Eutrophik sedang, kondisi ini juga sangat dipengaruhi oleh tinggi muka air yang sangat berkaitan dengan debit air yang masuk ke badan air danau. Kondisi ini jika di biarkan secara terus menerus tanpa adanya upaya pencegahan atau pengelolaan terhadap segala bentuk aktivitas masyarakat disekeliling danau maka akan menjadi lebih buruk lagi terhadap perairan danau Singkarak sehingga tidak mampu melakukan proses *self purifikasi* lagi karena laju masuknya nutrien dan bahan pencemar lain lebih tinggi dari proses pembersihan diri danau secara alami.

### Pustaka

- Anonymous 2001. *Permasalahan Danau Maninjau dan Pendekatan Penyelesaiannya. Kerjasama Proyek Pengembangan Dan Peningkatan Tehnologi Dan Pusat Penelitian Limnologi-LIPI.* 94 p.
- APHA., 1995. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19<sup>th</sup> edition.* American Public Health Association/ American Water Work Association/Water Environment Federation Washington. DC. USA.
- Dugan, P.R. 1972. *Biochemical Ecology of Water Pollution,* Plenum Press New York. 159 pp.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering,* Second edition. Mc. Graw-Hill, Inc., New York. 822 pp.
- Carlson, R. E 1977. *A trophic State Index for Lakes.* Limnology and Oceanography, 22 (2):361-369.
- Lehmusluto, P & B. Mahbub, 1997. *National Inventory of the Major Lakes and Reservoirs in Indonesian.* General Limnology. Expedition Indodanau Technical Report. Indonesia-Finland. Revised Edition.
- Mason, C.F. 1993. *Biology of Freshwater Pollution,* 2<sup>rd</sup>. ed. Longman Scientific and Technical, New York. 351 p.
- Novotny, V. and Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution.* Van Nostrans Reinhold, New York. 1054 p.