

TINGKAT KESUBURAN DANAU-DANAU DI SUMATRA BARAT DAN BALI

Tri Suryono*, Sulung Nomosatryo* & Endang Mulyana**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terhadap kondisi perairan Danau Singkarak, Diatas-Dibawah dan Danau Batur yang merupakan danau-danau besar yang ada di Pulau Sumatra dan Pulau Bali guna mengetahui kondisi tingkat kesuburan perairan berdasarkan perhitungan indeks kesuburan dari Carlson's (1977). Hasil pengukuran dari beberapa parameter seperti TP, Klorophil-a dan kedalaman Sechi Disk menunjukkan kondisi perairan yang sudah mengalami eutrophikasi ringan, terutama untuk Danau Singkarak dan Batur dengan nilai hasil perhitungan TSI Carlson's berturut-turut 48,667 – 53,106 dan 43,29 – 58,38. Sedangkan kondisi perairan Danau Diatas-Dibawah masih oligotropik kearah mesotropik dengan nilai TSI 34,747 – 40,501 (Danau Diatas) dan 38,498 – 43,724 (Danau Dibawah). Kondisi tingkat kesuburan suatu perairan selain dipengaruhi oleh bahan pencemar yang masuk juga sangat dipengaruhi oleh fluktuasi debit air yang masuk kedalam danau serta adanya proses pembersihan diri (self purification) dari perairan danau yang terjadi secara alami.

Kata kunci : Tingkat Kesuburan, Perairan, Danau Singkarak, Diatas-Dibawah, Batur, TSI Carlson's.

ABSTRACT

TROPHIC STATUS OF LAKES IN WEST SUMATRA AND BALI.

Surveys have been carried out to evaluate the condition of Singkarak lake, Diatas-Dibawah Lakes and Batur Lake waters, which are relatively big lakes in Sumatra and Bali Islands. It aims to reveal their trophic status based on the Trophic Status Index (TSI) value of Carlson's (1977, which is calculated according to some parameters, which are TP, chlorophyll-a and transparency. The result shows that the water bodies has been in light eutrophication, especially those of Singkarak and Batur lakes with TSI value of 48,67 - 53,11 and 43,29 - 58,38, respectively. At the same time, Diatas-Dibawah lakes water was in oligotrophic toward mesotrophic condition with TSI values of 34,75 - 40,50 (Lake Diatas) and 38,50 - 43,72 (Lake Dibawah). Trophic condition of the lake water is influenced by entering pollutant material as well as the inlet debit and the natural self purification capability of the waters.

Key words : Level Of Fertility, Water territory, Lake Singkarak, Diatas-Dibawah, Batur, TSI Carlson's.

PENDAHULUAN

Propinsi Sumatera Barat dengan luas areal 42.297,3 km² 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 merupakan danau tektonik berada di kabupaten Tanah Datar dan kabupaten Solok, Sumatera Barat, 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

* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

** Staf Teknisi Puslit Limnologi-LIPI

maksimum 7,175 km. Air masuk melalui tiga sungai besar, yaitu sungai Sumpur, sungai Paninggahan, dan sungai Sumani, serta beberapa sungai kecil. Air keluar hanya melalui sungai Ombilin. Danau ini dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan melalui kegiatan penangkapan oleh penduduk sekitar, irigasi, PLTA, dan pariwisata.

Danau Diatas dan Danau Dibawah atau sering disebut dengan danau kembar merupakan danau tektonik yang berada pada ketinggian 1531 meter diatas permukaan laut (Danau Diatas) dan 1462 meter dpl (Danau Dibawah) (Lehmusluoto & Mahbud 1997) merupakan salah satu kawasan yang saat ini sering dikunjungi oleh wisatawan mancanegara maupun domestik. Kawasan danau ini terletak 60 km dari kota Solok, Sumatera Barat. Kawasan Danau Diatas dan Dibawah beriklim sejuk pegunungan sehingga banyak dimanfaatkan untuk peristirahatan, dengan kondisi alam yang seperti itu maka dikawatirkan akan terjadi perkembangan yang pesat dalam sektor pariwisata sehingga kalau hal ini tidak dikendalikan akan menimbulkan persoalan baru terhadap keberadaan danau.

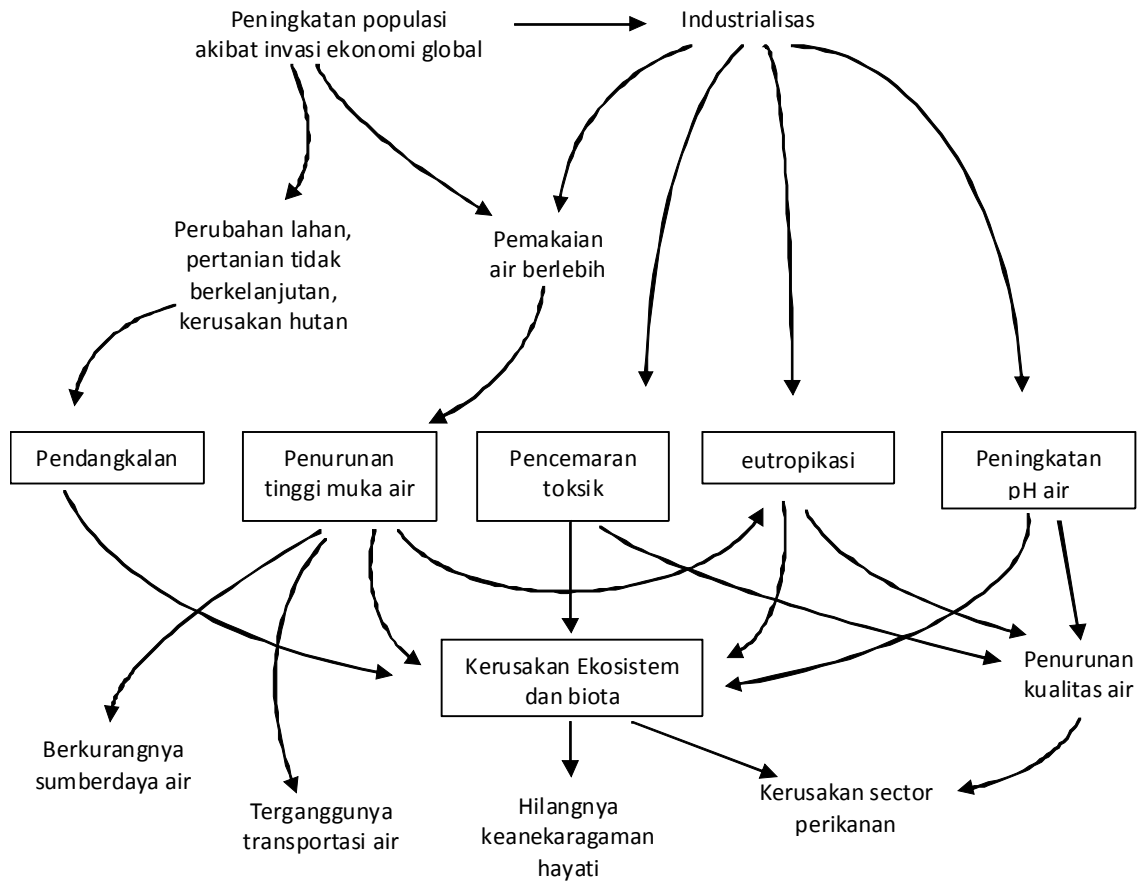
Danau Diatas memiliki luas areal 3.500 ha dengan kedalaman maksimum sekitar 44 meter merupakan danau air tawar dangkal yang lebar di Indonesia danau ini memiliki outlet utama yaitu sungai Gumanti, kondisinya relatif bagus akan tetapi sumber pencemar dari non-point source seperti pertanian dan domestik perlu diwaspadai, perairan Danau Diatas pada tahun 1992 tergolong oligotrophik dengan konsentrasi chlorophyl a 1,43 – 1,71 mg/m³ dan transparansi mencapai kedalaman 5,5 – 6,5 meter. Spesies phytoplankton yang dominan pada saat itu tercatat *Cyanodictyon imperfectum*, alga biru-hijau dan jenis alga hijau *Oocystis spp.* (Lehmusluoto & Mahbud 1997).

Danau Dibawah dengan luas areal 1,400 ha memiliki kedalaman maksimum 309 meter. Air danau ini mengalir melalui

outlet utama yaitu sungai Lembong dan nantinya akan bergabung dengan sungai Sumani yang masuk ke Danau Singkarak. Perairan Danau Dibawah masih tergolong oligotrophik dengan transparansi 2,5 meter. Pada bulan Maret 1992 perairan Danau Dibawah didominasi oleh *coccal green algae* seperti jenis *Coenochloris* dan pada bulan Agustus 1993 didominasi oleh jenis *conjugatophyte* yaitu *spirogyra sp.* Dan dari jenis *chlorophyta* yaitu *Didymocystis bicellularis* dan *Oocystis cf. solitaria*. Air dari kedua danau kembar ini digunakan oleh masyarakat untuk keperluan sehari-hari dan sebagai pengairan lahan pertanian (Lehmusluoto & Mahbud 1997).

Pulau Bali dengan luas 5.636,82 km² memiliki empat buah danau, yaitu Danau Batur (16,05 km²), Danau Bratan (3,85 km²), Danau Buyan (3,67 km²) dan Danau Tamblingan (1,15 km²). Danau Batur merupakan danau yang paling luas di pulau Bali, danau ini secara geografis terletak pada posisi 115° 22' 42,3" – 115° 25' 33,0" Bujur Timur dan 8° 17' 24,0" – 8° 17' 13,3" Lintang Selatan dan berada pada ketinggian 1.050 m diatas permukaan laut. Saat ini kondisi perairan Danau Batur mengalami perubahan terutama kualitasnya akibat pengaruh aktivitas masyarakat sekeliling danau, seperti mulai adanya budidaya perikanan sistem KJA (Bapedalda Propinsi Bali, 2004).

Pengkayakan unsur hara dalam perairan mengakibatkan perairan menjadi subur. Proses ini disebut penyuburan atau eutrofikasi yang dalam kondisi tertentu dapat bersifat merugikan, karena menstimulasi pertumbuhan flora akuatik yang akan menutup perairan dan mengganggu kondisi ekologi perairan. Proses eutrofikasi sendiri merupakan proses alami yang bisa terjadi pada setiap perairan tergenang, akan tetapi meningkatnya aktivitas manusia yang ada di sepanjang badan air atau sungai dapat menyebabkan proses eutrofikasi yang tidak terkendali.

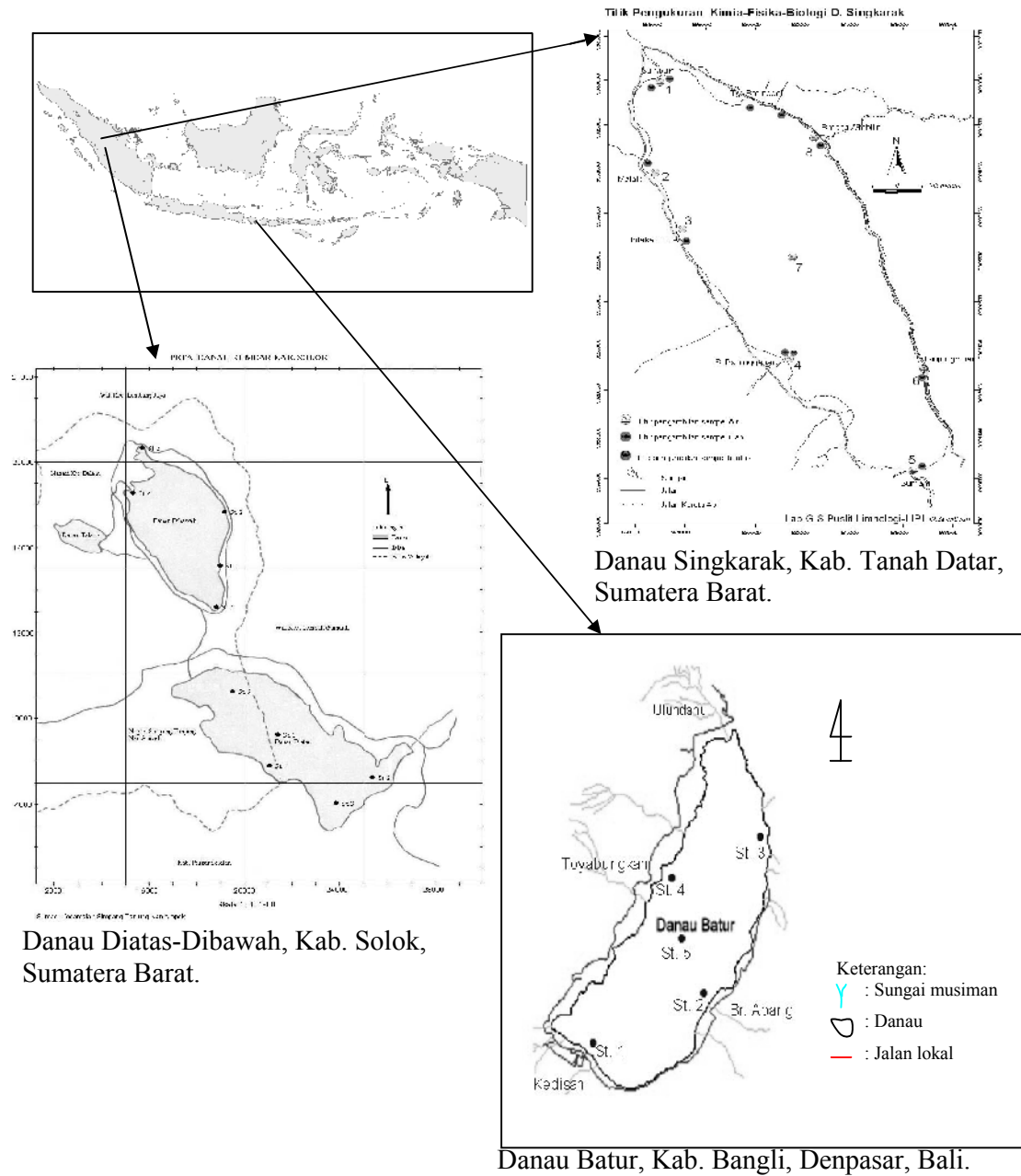


Gambar 1. Problem Lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap Perairan Danau. (Huismans, 1992)

Dalam tulisan ini dilaporkan hasil evaluasi tingkat kesuburan beberapa danau di Indonesia berdasarkan Indeks Kesuburan Carlson's, yang meliputi perairan Danau Singkarak, Danau Diatas-Dibawah, dan Danau Batur, dan diharapkan dapat menjadi masukan informasi bagi upaya pengelolaan dan pelestariannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian tentang tingkat kesuburan perairan Danau Singkarak, Danau Diatas-Dibawah dan Danau Batur dilaksanakan dalam kurun waktu 2004 – 2007. Lokasi pengambilan sampel air ditentukan berdasarkan kondisi lingkungan danau (Gambar 2, 3 dan 4).



Gambar 2. Lokasi Penelitian Danau di Sumatera dan Bali.

Tabel 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air di Danau Singkarak

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
St. 1	Sumpur	S : 00°32'34.0" E : 100°29'56.8"	Muara Sungai Sumpur yang hulunya melewati kota Padang Panjang, Banyak rumah penduduk, dan Aktivitas pertanian.
St. 2	Malalo	S : 00°34'65.8" E : 100°29'30.4"	Muara Sungai Malalo, aktivitas penambangan pasir dan batu, rumah penduduk dan pasar tradisional.
St. 3	Intake PLTA	S : 100°29'30.4" E : 100°29'91.9"	Ada pintu penggerak turbin PLTA, rumah penduduk.
St. 4	Paninggahan	S : 00°39'12.7" E : 100°32'40.1"	Muara Sungai Paninggahan, rumah penduduk dan aktivitas pertanian serta alahan untuk menangkap ikan Bilih.
St. 5	Sumani	S : 00°41'86.0" E : 100°35'09.4"	Muara Sungai Sumani yang hulunya melewati kota Solok, padat rumah penduduk, pertanian, dan pasar.
St. 6	Tanjung Muara	S : 00°39'36.1" E : 100°35'341"	Ada aktivitas wisata, restoran dan penginapan, serta rumah penduduk dan dekat jalan raya lintas Sumatera.
St. 7	Tengah	S : 00°36'62.8" E : 100°32'46.7"	Lokasi di tengah Danau Singkarak dan terdalam.
St. 8	Ombilin	S : 00°32'98.1" E : 100°31'78.5"	Merupakan outlet air dari Danau Singkarak, terdapat pasar tradisional dan rumah penduduk yang relatif padat.

Tabel 2. Lokasi Pengambilan Sampel di Danau Diatas-Dibawah.

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
Danau Diatas			
St. 1	Tengah danau	Alt: 1537 mt S : 01° 04' 28,6" E : 100° 45' 34.3"	Tengah dan terdalam
St. 2	Teluk Muaro	Alt: 1580 mt. S : 01° 04' 39,5" E : 100° 46' 25,4"	Outlet danau, dangkal ada aktivitas rumah tangga (MCK), dekat jalan raya.
St. 3	Galagah	Alt: 1542 mt. S : 01° 05' 26.0" E : 100° 46' 16.3"	Tepi danau ada perumahan penduduk tetapi jauh
St. 4	Teluk Anjali	Alt: 1546 mt. S : 01° 04' 53.1" E : 100° 44' 39.4"	Pusat Karamba dan ada sawah pertanian
St. 5	Gurun Datar	Alt: 1561 mt. S : 01° 03' 51,2" E : 100° 43' 49,8"	Aktivitas perkebunan sayur dan ada sedikit karamba serta rumah penduduk.
Danau Dibawah			
St. 1	Pancuran Gadang	Alt: 1510 mt. S : 01° 01' 54.0" E : 100° 44' 37.8"	Tepian lereng terjal pegunungan Kerinci
St. 2	Batuang	Alt: 1474 mt. S : 01° 00' 50.5" E : 100° 44' 39.4"	Ada sedikit aktivitas perkebunan sayur di tepian danau
St. 3	Kampung Batu Dalam	Alt: 1500 mt. S : 00° 59' 04.3" E : 100° 43' 11.6"	Ada aktivitas perumahan dan merupakan outlet dari danau.
St. 4	Lekok Pudiang	Alt: 1504 mt. S : 01° 00' 23.5" E : 100° 42' 55.2"	Ada rumah pemukiman penduduk dan ada inlet dari sungai kecil yang sumbernya dari Danau Talang
St. 5	Kapalo Danau Bawah	Alt: 1480 mt. S : 01° 02' 13.4" E : 100° 44' 28.7"	Aktivitas utama adalah pemukiman, perkebunan sayur dan karamba

Tabel 3. Lokasi Pengambilan Sampel di Danau Batur.

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
St. 1	Depan Darmaga Perahu desa Kedisan	Alt: 1067 mt S : 08° 16' 47.2" E : 115° 23' 10.0"	Depan darmaga perahu pariwisata; kedalaman maksimal 4,5 m; banyak tanaman air sampai 40 m dari tepian
St. 2	Banjar (desa)_ Abang	Alt: 1080 mt. S : 08° 16' 52.3" E : 115° 24' 25,4"	Tepian danau merupakan dataran rendah dan digunakan untuk pertanian sayuran; sepanjang tepian banyak tanaman air dengan lebar sekitar 10 – 15 m.
St. 3	Depan Makam Trunyan	Alt: 1062 mt. S : 08° 14' 39.5" E : 115° 25' 34.2"	Tepian danau berupa tebing bukit dengan kemiringan sekitar 45° – 60°; terdapat makam adat.
St. 4	Desa Toyabungkah	Alt: 1078 mt. S : 08° 15' 05.7" E : 115° 24' 03.6"	Tepian danau banyak rumah penduduk; ada sumber air panas yang masuk ke dalam danau.
St. 5	Tengah Danau	Alt: 1039 mt. S : 08° 15' 39.1" E : 115° 24' 22.4"	Tengah danau dan paling dalam.

Tingkat kesuburan perairan danau dihitung berdasarkan beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap kesuburan danau sesuai dengan perhitungan Indeks Kesuburan (*Tropik Status Index* TSI) Carlson's 1977 yaitu:

1. Total Fosfat, dianalisis menggunakan spektrofotometri sesuai metoda Ammonium Molybdate (APHA, 1991).
2. Klorofil-a dianalisis menggunakan spektrofotometer sesuai metode spektrofotometri (APHA, 1991).
3. Kecerahan menggunakan pengukuran cakram sechi

Tingkat kesuburan perairan danau dihitung berdasarkan perhitungan TSI Carlson's sebagai berikut:

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

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

Dimana:

TSI-TP : Nilai indeks kesuburan untuk Total Fosfat.

TSI-Kla : Nilai indeks kesuburan untuk Klorofil-a, dan

TSI-SD : Nilai indeks kesuburan untuk kedalaman Secchi Disk.

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

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

Dimana :

Klorofil-a : Konsentrai klorofil-a (mg/m^3)
TP : Total fosfat (mg/m^3)

Data hasil perhitungan dengan indeks TSI Carlson's selanjutnya dikelompokkan seperti pada tabel 4.

berdiri rumah penduduk maupun rumah makan yang kebanyakan membuang sisa aktivitasnya ke dalam danau. Selain itu

Tabel 4. Kategori Status Trophik Berdasarkan Hasil Perhitungan TSI Carlson

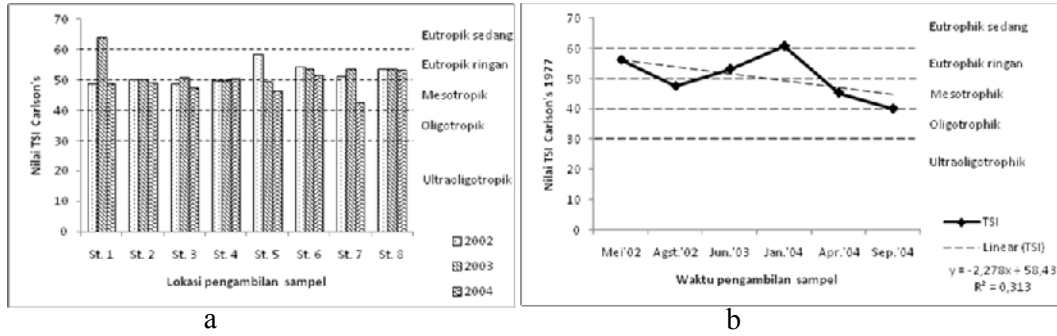
Score	Status Trophik	Keterangan
< 30	Ultraoligotrophik	Air jernih, konsentrasi oksigen terlarut tinggi sepanjang tahun dan mencapai zona hipolimnion
30 - 40	Oligotrophik	Air jernih, dimungkinkan adanya pembatasan anoksik pada zona hipolimnetik secara periodik (DO = 0)
40 - 50	Mesotrophik	Kecerahan air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

HASIL DAN PEMBAHASAN

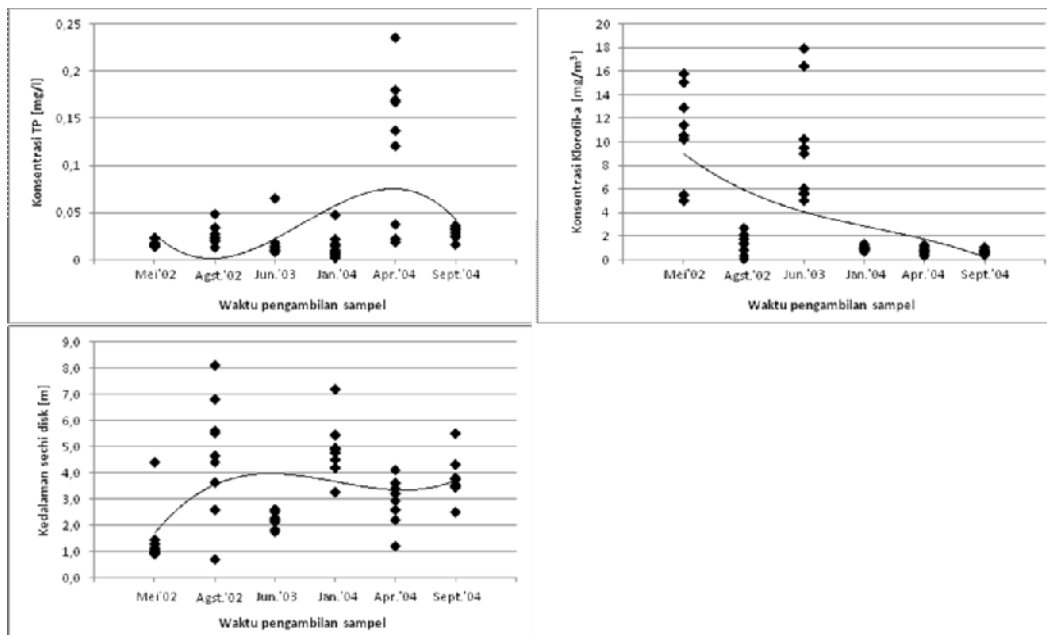
Rata-rata tahunan tingkat kesuburan Perairan Danau Singkarak berdasarkan indeks TSI Carlson's seperti ditunjukkan gambar 5, dimana perairan Danau Singkarak berstatus mesotrofik hingga eutrofik ringan dengan nilai TSI 42,558 hingga 58,415, kecuali pada stasiun 1 tahun pengambilan 2003 rata-rata nilai TSInya paling tinggi mencapai 63,792. Hal ini kemungkinan karena survey pada tahun 2003 kebetulan dilakukan pada musim kemarau, sehingga kemungkinan bahan pencemar dari parameter-parameter yang mempengaruhi perhitungan TSI mengalami pemekatan pada kolom perairan danau. Kondisi perairan Danau Singkarak yang sudah tergolong eutrofik ini tidak terlepas dengan keberadaan danau yang dilewati oleh jalur lintas Sumatera sehingga sepanjang tepian danau yang berada dekat dengan jalur jalan banyak

Danau Singkarak ini juga merupakan muara dari beberapa sungai Besar seperti Sungai Sumpur, Paninggahan, Malalo dan Sumani dengan total daerah tangkapan air mencapai 112.000 ha. Sungai Sumpur dan Sumani berperan besar dalam menyumbang material pencemar yang masuk ke dalam Danau Singkarak, kedua sungai ini memiliki cakupan Daerah Aliran Sungai yang cukup luas 56.385,21 Ha (DAS Sumani) dan 300 ha (DAS Sumpur). Dengan tingginya beban pencemaran yang masuk ke dalam perairan danau dan sirkulasi air yang kurang lancar karena dibendung untuk kepentingan PLTA maka dimungkinkan adanya akumulasi beban pencemar di perairan danau.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa antara konsentrasi TP dan kedalaman sechi mempunyai pola hubungan yang berkebalikan dimana pada kondisi konsentrasi TP meningkat terjadi penurunan kedalaman sechi.



Gambar 3. Kondisi Rata-rata Status Trofik Perairan Danau Singkarak pada tiap Stasiun Sampling (a) dan Waktu Pengambilan (b).



Gambar 4. Grafik Skater Plot Konsentrasi TP, Klorofil-a dan Kedalaman Sechi Prairan Danau Singkarak Setiap Waktu Pengambilan Sampel.

Kondisi perairan Danau Diatas-Dibawah sedikit lebih baik jika dibandingkan dengan kondisi perairan Danau Singkarak maupun Danau Batur meskipun memiliki kesamaan yaitu sebagai kawasan wisata dan perkebunan sayur maupun perikanan. Seperti ditunjukkan pada gambar 5, 6, 7 dan 8.

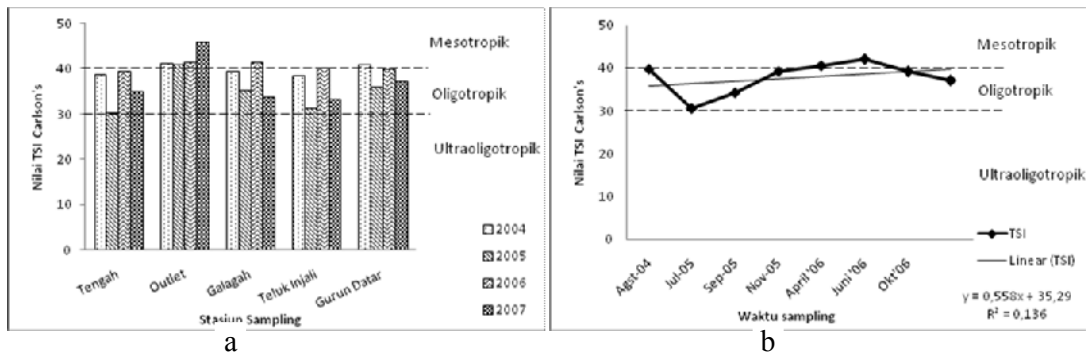
Gambar 5a menunjukkan kondisi status tropik perairan Danau Diatas rata-rata tiap tahun pada stasiun pengambilan sampel. Disini terlihat bahwa kondisi perairannya masih tergolong oligotropik dan mendekati mesotropik. Kondisi mesotropik diperoleh

pada stasiun outlet dengan nilai TSI rata-rata terendah 40,932 (2005) dan tertinggi nilai rata-ratanya 45,92 (2007). Kondisi ini kemungkinan disebabkan adanya bahan pencemar yang terseret arus sehingga terakumulasi didaerah ini sebelum terbawa arus keluar dari danau menuju Sungai Gumanti. Sedangkan gambaran kondisi status trofik perairan Danau Diatas dilihat dari aspek waktu pengambilan sampel seperti ditunjukkan Gambar 5b, nilai rata-rata terendahnya diperoleh pada pengambilan bulan Juli 2005 dengan nilai TSI sebesar 30,677 dan nilai TSI tertinggi

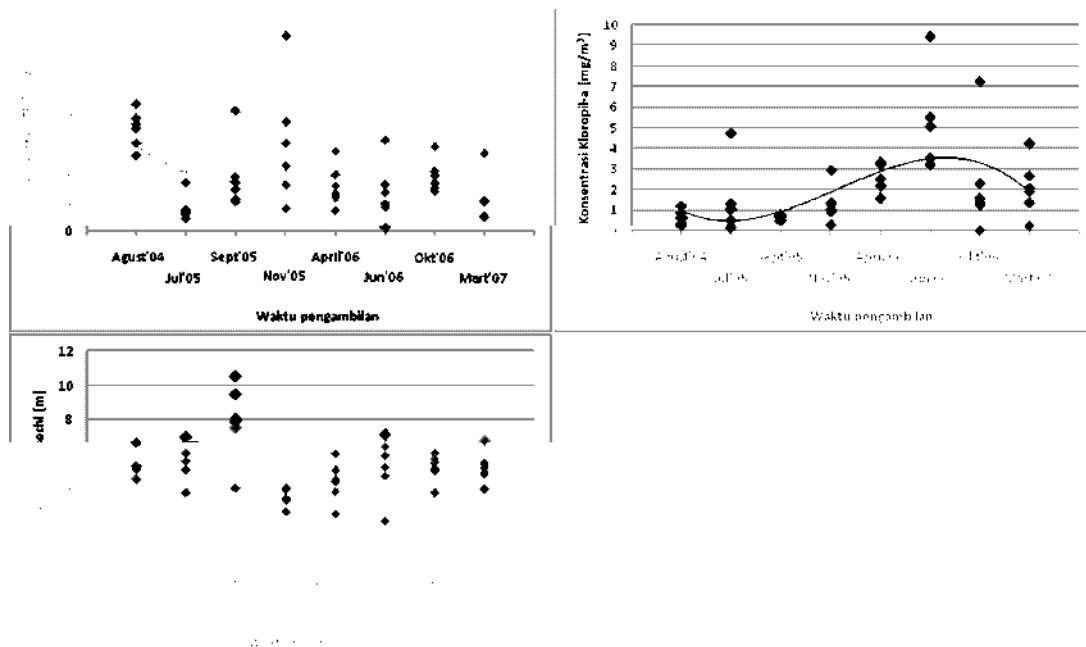
yaitu 41,998 diperoleh pada pengambilan bulan Juni 2006, secara keseluruhan kondisi trofik Danau Diatas menunjukkan kecenderungan naik (kearah mesotropik) sejalan dengan waktu.

Pada gambar 6. Terlihat bahwa konsentrasi TP dan klorofil-a memiliki pola yang hampir sama dan cenderung mengalami kenaikan, sedangkan pola yang ditunjukkan pada kedalaman Sechi perairan Danau Diatas lebih fluktuatif.

Gambar 7a memperlihatkan kondisi status tropik perairan Danau Dibawah rata-rata tiap tahun pada stasiun pengambilan sampel. Disini terlihat bahwa kondisi perairannya sudah tergolong mesotropik dengan nilai TSI berkisar antara 38,49 (2005) sampai 43,724 (2007). Sedangkan dilihat berdasarkan waktu pengambilan sampel' seperti ditunjukkan Gambar 7b, nilai rata-rata terendah diperoleh pada pengambilan bulan September 2005



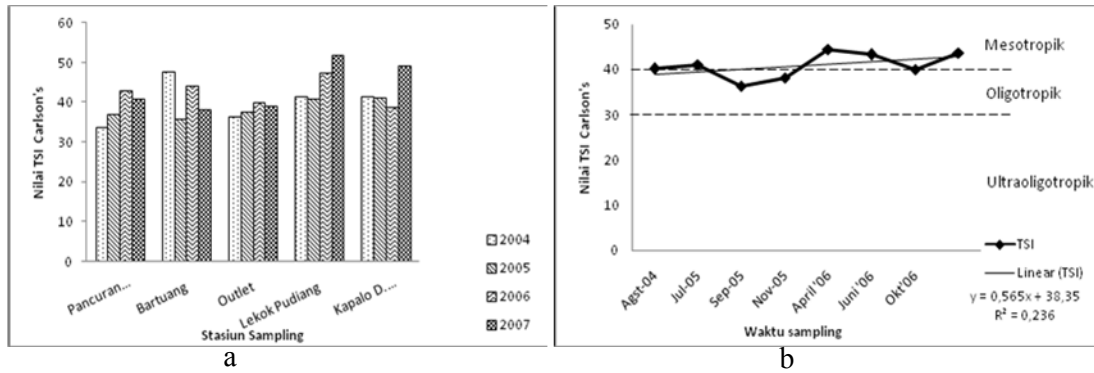
Gambar 5. Kondisi Rata-rata Status Tropik Perairan Danau Diatas pada tiap Stasiun Sampling (a) dan Waktu Pengambilan (b).



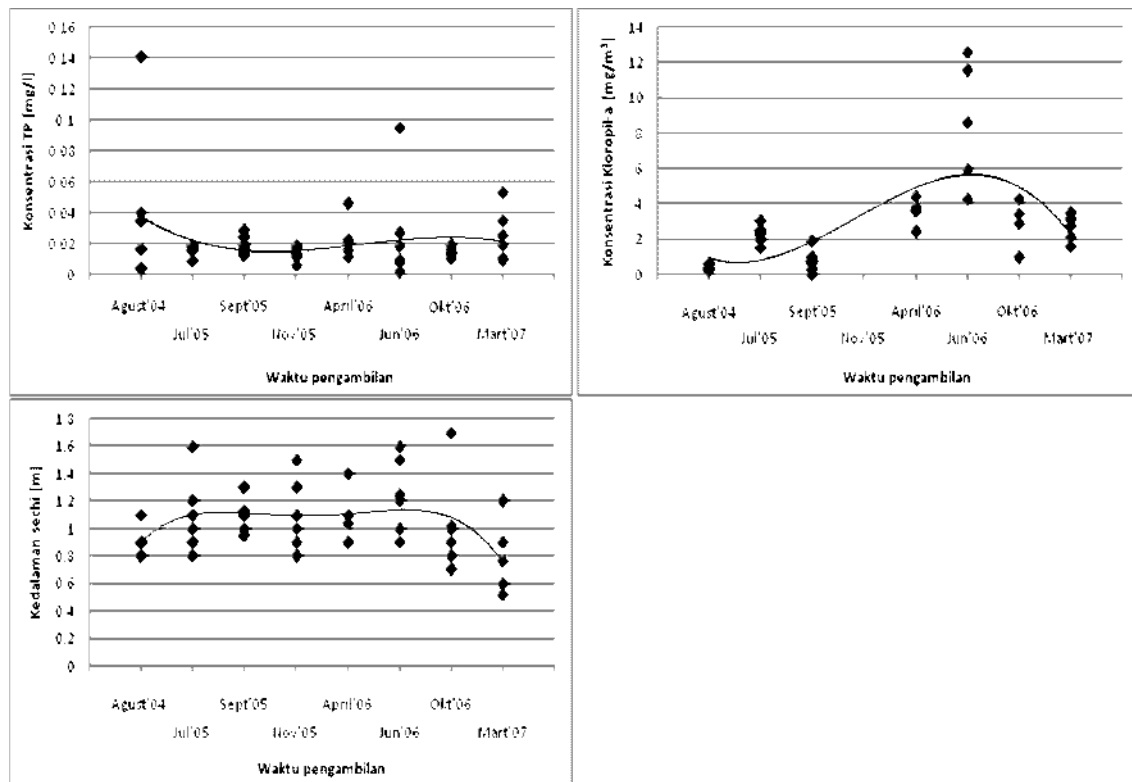
Gambar 6. Grafik Skater Plot Konsentrasi TP, Klorofil-a dan Kedalaman Sechi Perairan Danau Diatas setiap Waktu Pengambilan Sampel.

dengan nilai TSI sebesar 36,297 dan nilai TSI tertinggi diperoleh pada pengambilan bulan April 2006 yaitu sebesar 44,533. Secara keseluruhan kondisi trofik Danau Dibawah juga terlihat cenderung naik sejalan dengan waktu.

Pola grafik skater plot yang ditunjukkan pada gambar 8 memperlihatkan bahwa konsentrasi Klorofil-a berhubungan erat dengan kondisi trofik perairan Danau Dibawah, sehingga membentuk kurva yang cenderung naik.



Gambar 7. Kondisi Rata-rata Status Tropik Perairan Danau Dibawah pada tiap Stasiun Sampling (a) dan Waktu Pengambilan (b).

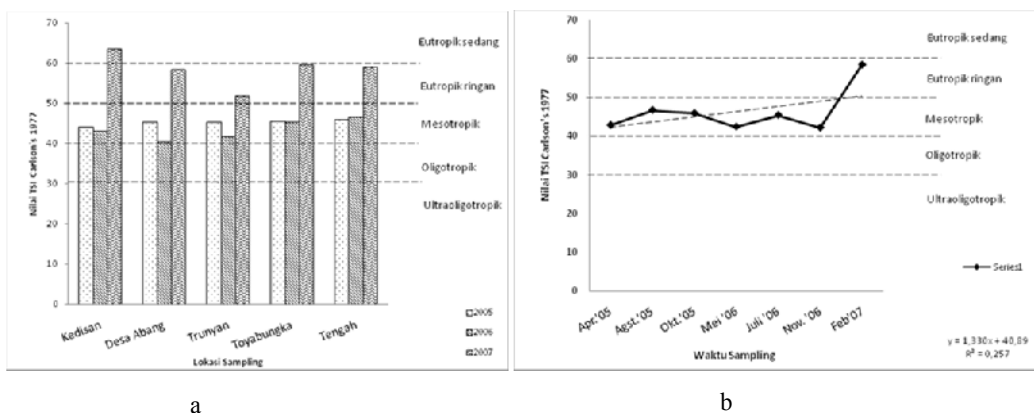


Gambar 8. Grafik Skater Plot Konsentrasi TP, Klorofil-a dan Kedalaman Secchi Perairan Danau Dibawah setiap Waktu Pengambilan Sampel.

Rata-rata tahunan tingkat kesuburan perairan Danau Batur seperti ditunjukkan pada gambar 9a. Secara umum kondisi perairan Danau Batur sudah tergolong mesotropik dan cenderung ke arah eutropik ringan dengan rata-rata nilai indeks 45,096 (2005); 43,291 (2006) dan 58,384 (2007). Tingkat kesuburan rata-rata perairan Danau Batur tahun 2007 naik 1,3% jika dibandingkan rata-rata nilai TSI 2006. Rata-rata nilai TSI Carlson's hasil perhitungan tahun 2007 untuk setiap stasiun pengambilan pada umumnya tinggi dan tergolong eutropik ringan dibandingkan dengan hasil perhitungan TSI tahun 2005 maupun 2006 yang umumnya masih tergolong mesotropik. Hasil perhitungan tertinggi yaitu 63,64 diperoleh di stasiun Kedisan bulan Februari 2007, kondisi ini dimungkinkan karena stasiun desa Kedisan merupakan daerah dermaga untuk wisata, selain itu di lokasi ini banyak berdiri rumah penduduk maupun hotel penginapan dan juga aktivitas perkebunan sayur, sehingga dimungkinkan sangat berpengaruh terhadap kondisi tropik perairan di daerah ini.

Gambar 9b. menunjukkan kondisi status tropik rata-rata sesuai dengan waktu pengambilan sampel pada perairan Danau Batur. Disini terlihat bahwa terjadi fluktuasi nilai TSI hasil perhitungan tiap kali pengambilan sampel, dengan nilai terendah diperoleh pada pengambilan bulan

November 2006 (42,129) dan tertinggi diperoleh nilai 58,384 pada bulan Februari 2007 (eutropik ringan). Kondisi ini menunjukkan kecenderungan yang meningkat hal ini perlu suatu perhatian agar kondisi perairan danau tidak semakin subur. Tingginya nilai TSI perairan Danau Batur kemungkinan besar selain akibat proses alami yang terjadi disekitar danau juga akibat masukan bahan pencemar sebagai akibat dari aktivitas masyarakat disekeliling danau. Seperti diketahui bahwa Danau Batur merupakan danau kaldera di lereng Gunung Batur sehingga material vulkanik secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi perairan danau. Selain itu bentuk dan kondisi geologi Danau Batur juga sangat berpengaruh, dimana bentuk Danau Batur berupa cekungan dengan tepian yang berupa lereng pegunungan mengakibatkan air hujan yang masuk kedalam danau akan membawa sampah-sampah daun, pestisida, pupuk tanaman perkebunan dan lain-lain secara langsung kedalam danau dan terakumulasi dalam perairan, kondisi ini lebih diperparah dengan tidak adanya siklus air yang keluar dari danau yang menjadikan danau Batur merupakan sistem danau tertutup, sehingga material pencemar yang ada dalam perairan danau tidak bisa terbawa keluar dan terakumulasi dalam danau.

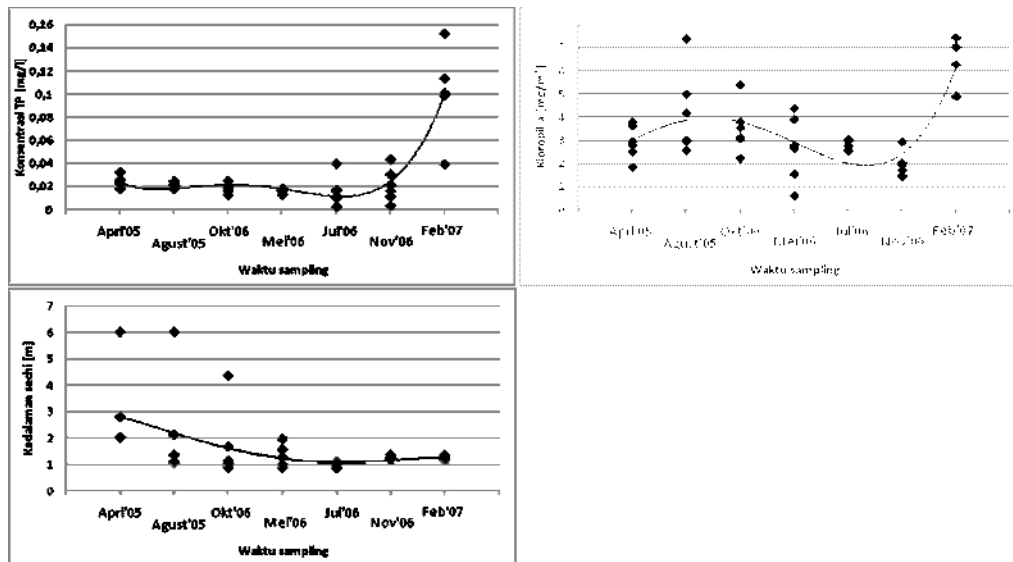


Gambar 9. Kondisi Rata-rata Status Tropik Perairan Danau Batur pada tiap Stasiun Sampling (a) dan Kondisi setiap Pengambilan (b).

Konsentrasi TP dan klorofil-a seperti ditunjukkan pada gambar 10 menunjukkan pola yang sama dengan kondisi status trofik perairan Danau Batur. Sedangkan kondisi kecerahan yang ditunjukkan dengan kedalaman sechi cenderung turun (semakin dangkal).

Secara umum perbedaan antara danau atau perairan yang tergolong oligotrophik dengan yang Eutrofik seperti pada tabel 4 dibawah.

perairan danau Singkarak sudah tergolong mesotrofik cenderung eutrofik ringan. Perairan Danau Diatas kondisinya masih oligotrofik tetapi kecenderungannya meningkat kearah mesotrofik, sedangkan perairan Danau dibawah kondisi perairannya sudah tergolong mesotrofik cenderung eutrofik ringan. Kondisi perairan Danau Batur sama seperti kondisi perairan Danau Singkarak yaitu tergolong mesotrofik dengan kecenderungan eutrofik ringan.



Gambar 10. Grafik Skater Plot Konsentrasi TP, Kloropil-a dan Kedalaman Sechi Perairan Danau Batur setiap Waktu Pengambilan Sampel.

Tabel 4. Perbandingan antara Danau Oligotrofik dengan Danau Eutrofik (Mason 1993)

Ciri umum	Danau Oligotrofik	Danau Eutrofik
Kedalaman Secchi	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

KESIMPULAN

Hasil perhitungan indeks kesuburan perairan danau dengan menggunakan indeks TSI Carlson's diketahui bahwa kondisi

Kondisi yang terjadi pada perairan tersebut tentunya tidak terlepas dari aktivitas masyarakat yang ada di sekitar danau, seperti Danau Singkarak karena letaknya berada disepanjang jalan Trans Sumatera

maka banyak rumah penduduk maupun rumah makan dan peristirahatan yang berdiri dan membuang hasil limbahnya ke badan air danau hal ini mengakibatkan beban pencemar yang masuk ke perairan danau sangat besar disamping aktivitas dari pertanian, selain itu kedalam Danau Singkarak bermuara dua sungai besar yang DASnya melalui kawasan padat penduduk dan industry yaitu Sungai Sumani dan Sumpur. Kondisi perairan Danau Diatas-Dibawah lebih baik dengan masih tergolong oligotrofik sampai mesotrofik, hal ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas disekitar danau yang masih belum komplek dimana pada umumnya aktivitas masyarakat kebanyakan dari kegiatan pertanian dan perkebunan. Sedangkan kondisi perairan di Danau Batur kemungkinan lebih banyak dipengaruhi oleh bentuk geologis danau yang merupakan sistem danau tertutup yaitu tidak outlet untuk air keluar dari danau.

Proses eutropikasi merupakan proses yang umum terjadi dan alamiah pada suatu perairan, proses eutropikasi ini akan menimbulkan dampak negative yang berupa turunnya kualitas perairan yang sesuai peuntukkannya apabila proses eutropikasi ini berlangsung cepat akibat pengaruh dari aktifitas diluar perairan danau seperti masuknya bahan pencemar yang mengandung nutrient N dan P. kondisi perairan yang sudah mengalami penyuburan atau eutropikasi menyebabkan proses pengelolaan air yang digunakan sebagai bahan baku air minum akan lebih sulit, sedangkan suburnya perairan akibat melimpahnya fitoplanton akan menimbulkan persoalan tersendiri terhadap ketersediaannya oksigen terlarut dalam perairan yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan aquatik terutama pada malam hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Penelitian Limnologi-LIPI dan seluruh jajaran staffnya yang telah memberi kesempatan maupun dukungan sarana dan prasarananya dalam penelitrinan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA., 1995, *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. American Public Health Association/ American Water Work Association/Water Environment Federation* Washington. DC. USA.
- Bapedalda Propinsi Bali, 2004, Status Lingkungan Hidup Daerah Propinsi Bali, Tahun 2004. Denpasar.
- Carlson, R. E., 1977, *A trophic State Index for Lakes. Limnology and Oceanography*, 22 (2):361-369.
- Davis, M.L. & Cornwell, D.A., 1991, *Introduction to Environmental Engineering*, Second edition. Mc. Graw-Hill, Inc., New York. 822 pp.
- Henderson-Seller, B & H. R. Markland. 1987, *Decaying Lakes*. John wiley And Sons Ltd. Chichester. 254 pp.
- Jan W. Huismans, 1992, *The Pollution of Lakes and Reservoirs*, UNEP Environment Library No 12. 35 pp.
- Lehmusluoto, 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*. Second edition. Longman Scientific and Technical, New York. 351 p.